Игорь Васильков
Следопыты в стране анималькулей
Детгиз 1959

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

Знаете ли вы страну невидимок, в которой исследователи встретились с армией коварных врагов и нашли верных помощников? Что можно увидеть, путешествуя в капле воды? Как выглядит планета, на которой удалось уничтожить всех микробов? Или как влияют микробы на образование подземных кладов — залежей железа и угля, марганца и нефти, меди и природного газа? Можно ли дерево превратить в сахар и спирт, из картофеля получить лимонный сок, а из ржаной муки — искусственный каучук? Обо всем этом, а также об удивительных открытиях и смелых подвигах охотников за невидимками рассказывается в книге Игоря Василькова «Следопыты в стране анималькулей».

- Игорь Афанасьевич Васильков
  -
  - Глава первая
  - Глава вторая
  - Глава третья
  - Глава четвертая
  - Глава пятая
  - Глава шестая
  - Глава седьмая
  -
  -
- notes
  - 1

Игорь Афанасьевич Васильков

Следопыты в стране анималькулей

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ДЕТСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР
МОСКВА 1959

Научный редактор Я. П. Худяков

Рисунки В. Доброклонского

Глава первая
Открытие нового мира

Первые догадки

Ласково шепчутся, набегая на берег, голубые волны Эгейского моря.

В жаркие летние дни солнце палит немилосердно. Кажется, что и воздух, и море, и прибрежные скалы — все дышит зноем. Даже дикие олени, спасаясь от полуденного жара, покинули поляны с сочной травой и залегли в тени лесной чащи.

Но по-прежнему людно на приморских дорогах древней Эллады. Поднимая едкую белесую пыль известкового камня, которым вымощена дорога, марширует отряд воинов. Яркие лучи солнца вспыхивают ослепительными искрами на шлемах, щитах, на гранях коротких мечей.

Проходят воины, и солнечные искорки загораются уже на мокрых от пота спинах полуголых рабов. Они тащат тяжелые носилки, закрытые со всех сторон плотной тканью. В носилках лежит, развалившись на подушках, богатый афинский землевладелец. Он спешит в свое поместье. Приближается время сбора урожая, и надо присмотреть за работой в оливковых рощах.

Следом по дороге растянулся караван, груженный изделиями городских ремесленников. Греческие товары — оружие, ткани, посуда и другие предметы обихода — славятся во всех странах древнего мира.

А с гор, из глубины страны, спускаются караваны с вином, шерстью и кожами.

Караван за караваном подходят к причалам, где стоят готовые к дальнему плаванию торговые парусники. Вот уже плещутся под слабым ветром паруса, и корабль за кораблем покидают родной берег, теряются вдали, там, где синее море сливается с синевой неба.

Корабли уходят в Африку — в Египет и Нубию, в Малую Азию, к северным берегам Черного моря — в далекую и таинственную Скифию.

За кораблями, исчезающими на горизонте, наблюдают путники. Их всегда много на дорогах Эллады. Они идут группами и в одиночку. Ведь в те времена для большинства населения собственные ноги были единственным и самым надежным средством передвижения по суше.

Не утихает движение на дорогах и в зимние дождливые месяцы.

Море шумит и грохочет, бьет водяными валами о подножие скал, высоко взлетают соленые брызги. Морской пеной покрыты прибрежные камни. Горизонт обложен тяжелыми тучами. Они поднимаются все выше и закрывают солнце. Еще мрачнее становится кругом. Шквальные порывы ветра то и дело приносят холодный косой дождь.

В это время матросы не отваживаются выходить в море, и парусники покачиваются у причалов под защитой мола. Все, кто имеет кров над головой, предпочитают сидеть дома и греться у жаровень с раскаленным углем.

А по дорогам и в дождь и в стужу по-прежнему идут путники.

Жизнь для трудящегося люда становится все тяжелей. Настоящее безотрадно, будущее тревожно. Аристократы — землевладельцы — богатеют, а ремесленники беднеют, разоряются и, хотя остаются свободными, попадают в полную зависимость от богачей. Постоянно вспыхивают кровопролитные войны между соседними греческими городами-государствами. С востока грозит нападением сильная персидская держава.

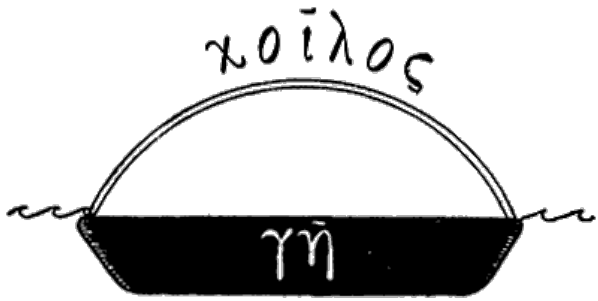
С каждым годом все больше путников на дорогах.

Спешат с поручениями рабы. Отряды воинов подтягиваются к границам. Ремесленники бредут из города в город в поисках лучшей доли. И все чаще встречаются люди с посохами в руках, в стоптанных сандалиях, с лицами, покрытыми пылью. Эти люди

идут издали, они ищут правду.

Еще недавно жизнь казалась простой, а мир — небольшим и понятным.

Все знали, что Земля, круглая и плоская, как пряник, плавает в водах Океана. Земля и Океан накрыты сверху твердым небесным сводом, похожим на громадную хрустальную чашу, которая постоянно вращается вокруг Земли вместе со звездами. Между Землей и небом носятся вечные странники: Солнце, Луна, планеты.



Странно выглядит этот мир: плоская Земля, покрытая чашей небосвода, плавает в Океане.

А посередине Земли поднимается высочайшая гора Олимп, подпирающая небо. Там, на светлом Олимпе, живут боги. И царь богов Зевс охраняет порядок и правду во всем мире. Зевс рассылает людям свои дары и утверждает на Земле законы жизни. В руках Зевса — счастье и несчастье, добро и зло, жизнь и смерть. Два больших сосуда стоят у врат дворца Зевса. В одном сосуде добро, в другом — зло. Зевс черпает из обоих сосудов и посылает людям либо добро, либо зло.

И, если нарушают люди законы, установленные богами, великий Зевс страшно гневается. Нахмурится он — и над Землей собираются грозовые тучи, взмахнет рукой — и сверкнет из туч яркая молния, удары грома раскатятся по небу…

Все было просто и понятно в мире. Зачем задумываться над жизнью, когда за человека все решают всесильные боги?

Шли годы, десятилетия складывались в столетия. Корабли уходили в море, исследователи открывали новые страны. Там жили люди, которые поклонялись другим богам. И от этого им не жилось хуже. Все чаще стали сомневаться люди в старых сказках о богах.

В древности человек судил о мире только на основании того, что он видел. Поэтому легко было поверить, что Земля неподвижна: ведь ее движения люди не замечали, а движение Луны, Солнца и звезд по небесному своду наблюдали

собственными глазами. Видели, что звезды и другие небесные тела восходят, поднимаются все выше, потом опускаются и наконец заходят, причем в следующие сутки они снова совершают это движение. А раз так, значит правы те люди, которые утверждают, что небесный свод вращается вокруг Земли.

Другое дело, когда речь заходит о богах. Их-то ведь никто не видел. Они хотят, чтобы их знали, любили, уважали, слушались, а сами они между тем никогда не показываются.

Говорят, что боги добры и справедливы. Но в то же время нет никого, кто не жаловался бы на них. Даже те, которые верят в богов, все же часто подвергаются тяжелым испытаниям. Говорят, что боги всесильны и всё видят. Но почему тогда они не могут устранить несправедливость, царствующую в мире? Почему они допускают, чтобы были богатые и бедные, чтобы люди истребляли друг друга в непрестанных войнах, чтобы один человек превращал в раба другого?

И по мере того, как колеблется вера в богов, люди все пытливей оглядываются вокруг.

Все чаще возникают и разносятся повсюду слухи о том, что появился некий мудрец, который познал все тайны мира. И тогда новые сотни путников шагают по дорогам, чтобы услышать голос правды.

В пустынном и диком месте, в пещере среди угрюмых скал или в темной лесной чаще путники находят мудреца. Робко приближаются люди к его уединенному жилищу. И старец рассказывает им о необычайных вещах:

— Мир не создан никем из богов и никем из людей. Он был, есть и будет вечно. А молиться богам — все равно что взывать к камню.

Пришельцы поражены.

— Если нет богов, — говорят они, — кому тогда верить?

— Учителя наши, — отвечает мудрец, — это глаза и уши. Оглянитесь вокруг, посмотрите, как в небе возникают легкие облачка, как они растут и превращаются в густые, темные тучи, как, переполненные влагой, они проливаются дождем, а между облаком и Землей встает радуга. Знайте же: Солнце не лучезарный бог, несущийся по небу в колеснице, а раскаленное небесное тело. А радуга не богиня в многоцветной одежде. Это только облако, загоревшееся цветными полосами в лучах Солнца.

С удивлением и страхом слушают пришельцы эту странную речь.

— Все вечно изменяется, — продолжает мудрец, — но ничто не может появиться из ничего и не может исчезнуть. Разве вы не видите, что живые существа постоянно возникают из земли,

живут, погибают и вновь обращаются в землю? Вон там, над морем, рождаются ветры и тучи. Тучи несутся по ветру, падают на землю дождем, а дождевая вода ручьями и реками вновь возвращается в море.

Но и море не вечно. Моря отступают и наступают. Там, где теперь море, раньше или позже будет суша. А потом суша вновь погрузится в воду. В мире все постоянно изменяется, но сам мир остается…

А где-либо в другом месте, другой учитель, собрав вокруг себя толпу любознательных юношей, говорит:

— Не от богов, а от животных произошли люди. Первые животные родились в океане. Покрытые чешуей, эти далекие предки человека были подобны рыбе. Потом морские животные переселились на сушу. Животные менялись с виду, и их жизнь тоже менялась…

Люди расходились и, словно слепцы, вдруг обретшие зрение, смотрели на мир широко раскрытыми глазами.

Вот море бьется о прибрежные скалы. На дне моря среди водорослей плавают, ползают или сидят, укрепившись на валунах, многочисленные обитатели подводного мира. Все они, как и человек, дети одной природы.

А там, на берегу, поднимаются горы, покрытые пышной растительностью. На стволах деревьев с теневой стороны зеленеет мох, под деревьями — травы и папоротники с раскидистой перистой листвой.

По воздуху с ветви на ветвь перелетают птицы. Пауки странствуют на своих длинных, клейких паутинах. Пестрая бабочка вьется вокруг прекрасного цветка, а по мшистому ковру, по листьям, по стеблям трав бегают муравьи, земляные клопы и существа, в десятки раз меньше их, — черные и зеленые, крылатые и бескрылые. Ведь и они, эти ничтожные существа, — отдаленные родственники человека.

Стадо крупных животных пасется на лугу. Отара овец спускается с гор. Вспугнутые путниками лягушки с шумом шлепаются в болото. А в море, на горизонте, словно белоснежные чайки, несутся по ветру островерхие паруса кораблей…

Как велик и разнообразен мир!

И раз нет богов, значит человек — единственный владелец и хозяин этого прекрасного мира.

— Не ищите богов, которых вы никогда не видели, — говорили люди друг другу. — Посмотрите вокруг! Это и есть тот мир, какой единственно существует.

Люди наблюдали жизнь в лесу и в пустыне, под водой и в воздухе и верили, что это и есть подлинные границы жизни.

В те времена — 2400 лет назад — в греческом городе Абдере жил мыслитель и ученый, по имени Демокрит. Много лет он провел в путешествиях, учился медицине у египетских жрецов, изучал геометрию у египетских математиков. В Вавилоне Демокрит познакомился с достижениями в области астрономии и градостроительства. И всюду ему удавалось превзойти своих учителей.

На длительные и далекие путешествия Демокрит потратил почти все состояние. Но и вернувшись на родину, он, вместо того чтобы приводить в порядок свои запущенные оливковые рощи и виноградники, занялся вовсе недостойным, по мнению сограждан, делом: подбирал трупы павших животных, вскрывал их и изучал, как устроены внутренности.

Тогда родственники Демокрита, желая завладеть остатками его имущества, объявили мудреца сумасшедшим. Чтобы подтвердить это, в город Абдер пригласили знаменитого врача Гиппократа.

Гиппократ положил начало научной медицине и заслуженно считается ее отцом. На заре человеческой истории, располагая весьма скудными данными, Гиппократ сумел сделать важные наблюдения и открытия. Он первый понял, что врач должен бороться не только и не столько с самой болезнью, сколько с ее причиной.

Слава Гиппократа была так велика, что к нему приходили учиться и обращались за помощью со всех концов Греции.

И вот Гиппократ в Абдере. Он нашел старого мудреца возле маленького домика на окраине города, у самой городской стены. Демокрит сидел на большом камне, на коленях у него лежал развернутый папирусный свиток, а сам он, бледный, исхудавший, смотрел, задумавшись, на волны залива, набегающие на берег.

Здесь, в тени раскидистого платана, и состоялась беседа двух ученых.

Под раскидистым платаном состоялась беседа Гиппократа с Демокритом.

— Все, что происходит в мире, — сказал Демокрит, — имеет свою причину. А воля богов и слепая судьба придуманы самими людьми, чтобы оправдать свою беспомощность и нерешительность.

И Гиппократ соглашается. Ведь он и сам не верит в судьбу и вмешательство богов в человеческие дела. Иначе не было бы смысла отыскивать подходящие лекарства, делать операции. Но он считает, что истинный ученый обязан во всем сомневаться, требовать неопровержимых доказательств. Поэтому Гиппократ заводит речь о том, что его волнует больше всего:

— Если ты прав, Демокрит, и все имеет свою причину, как ты

объяснишь такое чудо, как возникновение повальных болезней, которые вдруг, без всякой видимой причины, распространяются в мире с быстротой ветра?

Мудрец отвечает, по обычаю того времени, косвенным примером:

— Посмотри на воду в этой каменной чаше. Наступит зима, и вода станет твердой — она превратится в лед; нагрей ее, и она исчезнет в воздухе, превратится в пар. Откуда взялись лед и пар там, где мы видели и чувствовали воду? Я думаю, что и вода, и лед, и пар, и вообще все на свете состоит из мельчайших частиц. Частицы эти настолько малы, что мы их не видим. Но они существуют. Когда мы охлаждаем воду, частицы приближаются друг к другу: из жидкой воды получается твердый лед. Когда мы нагреваем воду, частицы расходятся — получается легкий пар, незаметный в воздухе. Никаких чудес на свете не бывает — все происходит по точным законам, и людям нечего придумывать бессмертных богов. У всего есть причина. Так и с болезнями. Ищи причину, и ты найдешь ее.

В глубокой задумчивости покидал Гиппократ абдерского мудреца.

«Нет, Демокрит не безумец, — размышлял он. — Это могучий ум, который проникает в сокровенные тайны природы. Но если есть мельчайшие, невидимые частицы, из которых слагается весь видимый мир, то, быть может, есть и мельчайшие, невидимые существа? Не в этом ли причина многих болезней?»

Великий врач даже испугался, когда ему в голову пришла подобная мысль.

«Нет, — решил он, — такие существа невозможны… Но как же тогда объяснить причину болезней?»

Гиппократ продолжает искать ответа. И ему уже кажется, что ключ к этой тайне наконец найден. Он вспоминает события своего детства. В те времена славился в Греции врач и инженер Эмпедокл. Когда в городе Селинунте вспыхнула эпидемия и жители города гибли, Эмпедокл придумал средство против этой беды. Река, из которой пили горожане, была грязна и зловонна. Эмпедокл провел каналы и соединил с этой рекой две другие. Вода стала чистой, приятной на вкус, а эпидемия прекратилась так же внезапно, как и началась. Все это так поразило суеверных жителей города Селинунте, что они стали поклоняться своему избавителю, как богу.

Конечно, Эмпедокл не состоял в родстве с богами, Гиппократ был далек от этой мысли. Но почему все же прекратилась эпидемия после замены питьевой воды? Гиппократ привлекает на помощь свои собственные наблюдения. Сколько раз приходилось

наблюдать ему, что лихорадкой болеют обычно люди, побывавшие в болотистых местностях. А ведь в болотах постоянно гниют остатки отмерших растений, из топкой пучины часто выделяются дурно пахнущие газы.

Ведь и в реке у города Селинунте вода была зловонной потому, что в ней гнили нечистоты. Нельзя ли эти два факта — эпидемию во времена Эмпедокла и заболевание лихорадкой в болотистых местностях — объяснить одной причиной?

Так постепенно складывается гипотеза: болезни возникают от ядовитых испарений, которые выделяются при гниении погибших животных и растений. Эти испарения Гиппократ назвал «миазмами».

Учение Гиппократа о миазмах было принято всеми и удержалось в науке добрых два тысячелетия. Даже в наше время, когда ученые уже давно открыли истинное происхождение болезней, еще встречается в литературе слово «миазмы».

Но и во времена Гиппократа нашлись люди, которых не удовлетворяло учение о миазмах.

В небольшом греческом городе Афинах вспыхнула страшная эпидемия чумы. Афины вели тогда изнурительную войну на суше и на море с другим греческим городом — государством Спартой. Пехота спартанцев, которая была намного сильней, согнала афинских крестьян с их земли, и они собрались в Афинах, чтобы укрыться за надежными городскими стенами.

Каждый, кто входил в городские ворота, видел: поблекла былая красота Афин. Площади города загромождены палатками и наспех сколоченными хижинами беженцев. Среди этой скученной части населения чума свирепствует особенно сильно. Трупы умерших валяются в городе повсюду. А рядом с ними лежат больные, и нет никого, кто бы дал им воды.

На площадях всегда толпятся горожане. Все говорят только об одном — о страшном бедствии, обрушившемся на город. Но каждый объясняет это бедствие по-своему.

— Чума по заслугам ниспослана богами на наш город, — говорит молодой аристократ-землевладелец. — Уже сколько времени народ держит в стороне от управления государством аристократов, потомков богов.

— Замолчи, проклятый аристократ! — гневно возражает человек в костюме воина. — Все это натворили наши враги — спартанские аристократы. Причина болезни — отравление водоемов спартанскими шпионами.

Внимательно прислушивается к этим разговорам ученый-историк Фукидид. Его занимает та же мысль. Он бесстрашно заходит в палатки и хижины больных, расспрашивает их,

наблюдает. Ему уже ясно: заболевает тот, кто прикоснулся к больному или даже к его одежде. И Фукидид начинает догадываться: уж нет ли не видимого глазом заразного начала, которое зарождается в теле человека, вызывает заболевание, а потом переходит с больного на здорового? Невидимых носителей заразы он называет контагиями, что значит «касаться».

Однако на догадку Фукидида никто тогда не обратил внимания.

Много позже, почти через триста лет после Фукидида, ту же мысль, но уже более определенно высказал римский ученый Варрон. Он был литератором, поэтом и занимался всеми известными тогда науками. Интересовался Варрон и медициной, много путешествовал, внимательно наблюдал. И вот, сопоставляя все, что он знал о болезнях сам, с тем, что было известно другим, Варрон приходит к выводу: болотная лихорадка вызывается «очень мелкими животными, не видимыми глазом, которые растут на болоте и влезают в человека через рот и нос».

Но предположение Варрона, как и догадка Фукидида, было забыто надолго. Истинная причина болезней оставалась много веков одной из неразгаданных тайн природы.

О чертях и иголке

По пыльной проселочной дороге, вьющейся среди лесов, полей и виноградников, окружающих средневековый итальянский город Флоренцию, несется вскачь всадник. Видно, что он проделал немалый путь. Резвый вороной конь весь в мыле, тяжело дышит и уже не первый раз спотыкается на ровной дороге. А всадник все нетерпеливее помахивает плетью, напряженно всматривается вперед и даже не вытирает лица, черного от пыли и пота.

Нужно спешить, нужно поспеть вовремя!

На холмах в окрестностях Флоренции шестьсот лет назад высились мрачные каменные замки рыцарей-феодалов. И горожане не отваживались проезжать мимо без сильной охраны. Что стоило праздному и воинственному рыцарю вместе со своей вооруженной до зубов челядью напасть и ограбить караван купцов? Или просто так, ради забавы, устроить охоту на одинокого путника? Вот почему так настороженно оглядывается всадник, когда вороной проносит его мимо замков баронов и графов, а плеть снова и снова опускается на бока изнемогающей

от усталости лошади.

Скорее вперед, во что бы то ни стало скорее!

Нет, не ради любви к быстрой езде так спешит этот молодой всадник. Он знает, что от него зависит теперь жизнь десятков тысяч людей, а быть может, и самое существование великого города Флоренции. Ради этого нельзя жалеть своего верного коня, нельзя жалеть и собственной жизни. Если конь падет, седок будет бежать сам до тех пор, пока не упадет бездыханным. Но конь выносливый, все ближе и ближе высокие стены города с плосковерхими сторожевыми башнями. Всадник вновь взмахивает плетью, а в его разгоряченной голове проносятся обрывки мыслей.

Не раз в горячих битвах приходилось Флоренции отстаивать свою свободу и независимость. Сколько замков врагов-феодалов взяли горожане приступом! Сколько походов провели против враждебных городов Фьезоле, Понья и Прато!

Конечно, не всегда флорентийцы выходили из битвы победителями. Но никогда еще ворота их собственного города не открывались перед врагом. Был лишь один враг, который и не нуждался в открытых воротах. Ему все было нипочем: и глубокие рвы, окружающие город, и разводные мосты, и высокие стены, и храбрость защитников города. Армия этого врага была невидимой. Никто не знал, когда и как проникала она за городские стены. А ворвавшись в город, враг-невидимка уничтожал без разбора всех: и воинов и мирных жителей, мужчин и женщин, стариков и малых детей.

Не раз уже этот страшный враг посещал здешние места. Имя ему — моровая язва, или чума.

В VI веке чума захватила все страны, расположенные в бассейне Средиземного моря, затем проникла в Центральную Европу и свирепствовала без малого восемьдесят лет. В крупных городах она истребляла по десять тысяч и более человек в день. Население многих городов вымерло почти полностью. А некоторые ранее богатые и густо населенные страны стали походить на пустыни. Но такого грандиозного наступления, как теперь, чума не предпринимала еще никогда. Зародившись где-то на Востоке, в далеком и таинственном в те времена Китае, чума уничтожила там тридцать пять миллионов человек. И, словно набравшись сил, двинула свои невидимые армии на Запад.

Тремя широкими, смертоносными потоками пересекла чума Азиатский материк. Один из потоков вскоре достиг границ Крымского полуострова. А в Крыму тогда происходили бурные события. Уже много месяцев татары, вторгшиеся в Крым, осаждали генуэзскую колонию Каффу, как называли тогда город

Феодосию. Чума бросилась на осаждающих, истребляя их ежедневно тысячами. Но это не помогло генуэзцам. Татары решили собственную беду превратить в оружие. У них были метательные машины, с помощью которых они забрасывали осажденный город каменными ядрами. Теперь эти машины использовали для того, чтобы перебрасывать через городские стены трупы людей, умерших от чумы. Вскоре чума вспыхнула и в Каффе.

Татары стали забрасывать в осажденную Каффу при помощи катапульт трупы умерших от чумы.

Защитники города бежали. Спасаясь от смерти, они и не подозревали, что несут смерть на своих плечах. Большинство беженцев погибло в дороге. Некоторым удалось достигнуть других городов в Малой Азии и в Италии. Вместе с ними в эти

города проник и страшный невидимый враг. За короткое время в цветущих итальянских городах Генуе и Венеции погибла половина населения.

Всё это знали во Флоренции и спешили принять меры предосторожности. Коллегия консулов — правителей города — на чрезвычайном заседании решила собрать в городских кладовых большие запасы продовольствия и, как только чума приблизится, прекратить общение города с внешним миром.

А чтобы точно знать, когда настанет час закрыть городские ворота, консулы направили во все ближайшие города специальных дозорных. Одним из таких дозорных и был всадник, так спешивший во Флоренцию. Его назначили наблюдателем в небольшой городок на юге от Флоренции. Долгое время все там было спокойно. Но вот в предместье города за ночь умерло несколько человек, бывших до этого здоровыми. Дозорный поспешил на место происшествия и, убедившись, что страшная гостья посетила город, немедля вскочил на своего вороного жеребца и помчался во Флоренцию. И всю дорогу он боялся, что невидимый враг обгонит его.

Но вот наконец копыта коня стучат по крепостному мосту. Распахиваются дубовые ворота, и всадник въезжает в родной город. Здесь все спокойно, жизнь идет по-прежнему. Узенькие улочки тесно застроены деревянными домами с окнами, похожими на бойницы. На улицах толпа людей: крестьяне, ремесленники, монахи, купцы. На площадях шумят городские рынки, торговцы сидят возле своих лавок и зазывают покупателей.

Но дозорному некогда. Он спешит в центр города. Здесь улицы также узкие, но дома трехэтажные. В первом этаже — лавки, во втором — жилые помещения, а в третьем — кладовые. Над крышами некоторых домов поднимаются в небо высокие четырехгранные кирпичные трубы. Это новшество. Печные трубы вошли в обиход недавно. В большинстве домов труб по-прежнему нет, а в центре жилого этажа стоит очаг, и дым выходит во двор прямо через дверь.

Толпа в центре города гуще, и всадник нетерпеливо покрикивает на зазевавшихся прохожих. С ужасом думает он о том, сколько жертв унесет чума, если она проникнет в этот многолюдный, тесно застроенный город.

Вот и дворец консулов. Всадник спешивается и как был, потный и пропыленный, бежит вверх по лестнице, бесцеремонно расталкивая стражу. Он знает, что там, на втором этаже, заседает сейчас совет консулов. Эти люди в одежде из толстого красного сукна должны знать все, и как можно скорее. Собирая последние

силы, дозорный поднимается все выше и выше. Осталось только несколько ступенек. Еще одно усилие. Но именно этот последний шаг кажется самым трудным. Голова кружится, колени подгибаются. И дозорный падает мертвым на последней ступеньке дворца консулов.

Так в 1348 году чума проникла во Флоренцию.

В городе в те времена жил знаменитый итальянский писатель и ученый Джованни Боккаччо. День за днем записывал он все, что видел в эти страшные дни.

«Сколько именитых родов, богатых наследий и славных состояний остались без законного наследника! — восклицает Боккаччо. — Сколько крепких мужчин, красивых женщин, прекрасных юношей, которых даже сам Гиппократ признал бы вполне здоровыми, утром обедали с родными, товарищами и друзьями, а на следующий вечер ужинали со своими предками на том свете… Число умиравших в городе днем и ночью было столь велико, что страшно было слышать о том, не только что видеть».

Множество мужчин и женщин покинули родной город, свои дома, имущество и родных, чтобы скрыться в собственных или чужих имениях за городом. Но так могли поступать только богачи. Большинство же городского населения, не говоря уж о бедняках, не могло покинуть свое последнее достояние. Заболевая ежедневно тысячами, не получая ни ухода, ни помощи, они погибали почти все. Многие умирали на улице и в церквах.

Хоронили сразу по нескольку человек. Часто на одних и тех же носилках лежали вместе мертвые жена и муж, отец и сын.

«Бедствие воспитало в сердцах людей такой ужас, — записывает Боккаччо, — что брат покидал брата, дядя — племянника, сестра — брата и нередко жена — мужа; более того и невероятнее: отцы и матери избегали навещать своих больных детей и ходить за ними, как будто то были не их дети».

В чем же причина бедствия и как с ним бороться? Ясно, что такой человек, как Боккаччо не мог не задавать себе этот вопрос. Ведь Боккаччо принадлежал к наиболее образованным людям своего времени. Он, как мы видим, знал даже о великом враче древности Гиппократе. Видимо, по совету таких людей, как Боккаччо, знавших учение Гиппократа о миазмах, город был тщательно очищен от нечистот, издано много разумных наставлений о сохранении здоровья.

Но принятые меры не помогли. Люди заболевали внезапно и через три дня обычно умирали. Достаточно было побыть с больным, прикоснуться к его вещам, чтобы заболеть. Тогда запретили перевозить больных с места на место, а для захоронения умерших выделили специальных людей. И все же

болезнь продолжала распространяться.

Сотни врачей — ученых и шарлатанов — придумывали спасительные лекарства. Но и лекарства оказались бесполезными.

Постепенно все поверили в то, во что верило большинство народа, чему учили христианские монахи. А они твердили: смертоносная чума послана богом за грехи наши.

Даже просвещенный Боккаччо в конце концов приходит к такому же выводу. Он видит, что ничто не может предотвратить распространение смертельной болезни. Чума везде находит свои жертвы, даже среди тех богачей, что бежали из города и попрятались в уединении за высокими стенами замков. Как тут не поверить в промысел божий? И Боккаччо высмеивает людей, бежавших из города. Он пишет: «Ныне люди говорят, что против заразы нет лучшего средства, как бегство перед нею. Они покинули родной город, как будто гнев божий, карающий неправедных людей этой чумой, не взыщет их, где бы они ни были».

За короткое время в городе Флоренции умерло более ста тысяч человек. А чума продолжала продвигаться вперед. Проходил год за годом, а она все еще бушевала в Европе. За девять лет в Англии и Франции осталась в живых лишь десятая часть населения. В 1349 году чума достигла Польши, истребила здесь более половины жителей, а затем вторглась в пределы России. Летописцы сообщают, что в городах Глухове и Белозерске от чумы погибло все население до единого человека, а в 1389 году в Смоленске после чумной эпидемии осталось в живых только десять человек.

В XIV веке в Европе умерло от чумы по меньшей мере двадцать пять миллионов человек. И всюду люди покорно склоняли голову перед несчастьем. Ведь оно, думали они, послано самим богом.

Тысячи суеверных людей кидались в монастыри и храмы, чтобы молить бога о пощаде. Тысячи наиболее усердных участвовали в религиозных процессиях, исповедывались и причащались. Все это только способствовало распространению заразы.

Ежедневно от чумы погибали тысячи людей, и не было никого, кто помог бы им.

Почему же все, даже самые передовые, люди того времени объясняли причину страшного народного бедствия сверхъестественными причинами? Разве люди забыли гениальные догадки мыслителей древней Греции о том, что все в мире совершается не по воле богов, чертей, добрых и злых гениев, а согласно естественным законам природы?

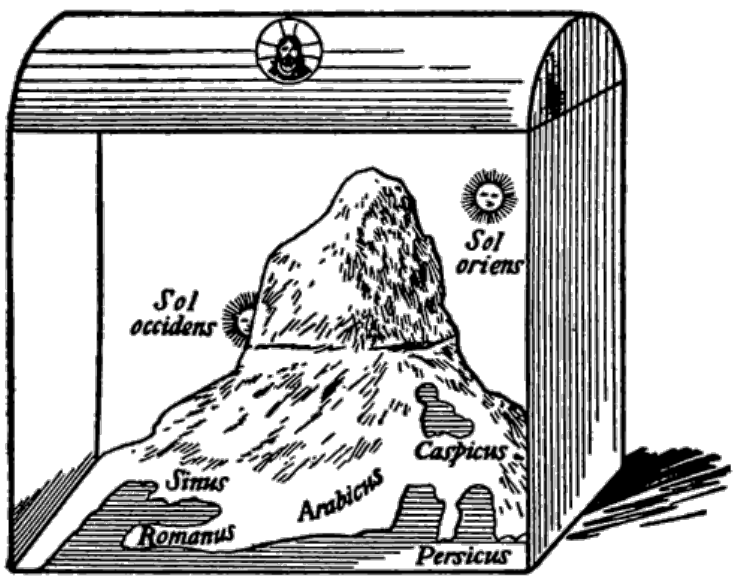
Почти два тысячелетия лежало между описанными событиями и жизнью Демокрита и Гиппократа. В мире за это время многое изменилось. Возникали и распадались империи, поколения людей сменяли друг друга. Вера в олимпийских богов

сменилась новой религией — христианством. Но все это не сделало людей менее суеверными. Ведь христианская религия прокляла науку, объявила образование греховным занятием.

Людям внушали: все, что должен знать человек, изложено в библии — священной книге древних иудеев и христиан. А там рассказывалось, как бог за шесть дней создал мир: Землю и воду, небо и звезды, Луну и Солнце. Землю бог заселил растениями и животными, а потом создал первых людей.

В согласии с библией учили, что плоская Земля плавает в волнах Океана, за которым поднимаются высокие стены. На эти стены опирается хрустальный купол неба, украшенный звездами. Верили, что на севере есть высокая коническая гора, вокруг которой обращаются Солнце, Луна и планеты. Солнце, поднимаясь и опускаясь, исчезает за горой то возле вершины, то ближе к широкому основанию горы. Поэтому дневное светило и скрывается от наших взоров зимой на более длинный срок, чем летом…

Люди представляли мир очень маленьким и тесным. И стоило ли размышлять об устройстве этого мира, когда все в нем совершается по воле бога, когда без его ведома ни один волос не упадет с головы человека!



В древности люди представляли мир очень маленьким и тесным. (Рисунок византийского географа Козьмы Индикоплевста.)

Поэтому вовсе уж греховной и недостойной показалась бы в те времена попытка объяснять происхождение болезней чем-либо

иным, помимо воли божьей.

Страшные эпидемии чумы, холеры, оспы и тифа волна за волной прокатывались по земле, гибли миллионы людей, а служители церкви призывали к молитвам и посту, к поклонению «святым» местам, к покорности судьбе.

Тысячи монахов-богословов, скрывшись за высокими стенами монастырей, писали «научные» трактаты о том, как следует понимать то или иное слово библии. Сотни богословов проводили свою жизнь в бесплодных размышлениях, как следует креститься — двумя или тремя пальцами. До хрипоты спорили о том, сколько чертей может поместиться на острие одной иголки.

Могли ли люди, всерьез занятые подсчетом чертей, найти путь к разгадке происхождения и распространения болезней? Конечно, нет! Ведь прежде нужно было заняться изучением природы, проникнуть в другой, еще неведомый человеку мир.

Как были бы поражены наивные монахи средневековья, если бы они узнали об этом мире! Как бы вознегодовали они на человека, который посмел бы заявить, что есть реальные живые существа, тысячи которых легко могут разместиться на острие иголки.

Но время для такого открытия еще не настало.

Тайна «блошиного стекла»

Луч солнца, ворвавшись в узкое оконце, прорубленное в толстых каменных стенах, зажег на своем пути тысячами крохотных искорок пыль, повисшую в воздухе.

Сразу повеселело в мрачной, придавленной тяжелыми сводами каморке. Солнечный луч вырвал из полумрака огромный крест, висящий в углу, заиграл на металлических застежках переплета большой библии. Все здесь, даже узкая железная койка, вделанная в стену, свидетельствует о том, что мы находимся в келье старого монастыря.

Но как попали в келью монаха древние рукописные свитки, которые навалены на столе? Почему здесь так много книг в толстых переплетах из свиной кожи? Зачем монаху сосуды из обожженной глины такой разнообразной и причудливой формы? И что это кипит в реторте, стоящей на железном треножнике, под которым тлеют голубым пламенем древесные угли?

А вот и монах. На нем длиннополая одежда из грубого сукна, подпоясанная веревкой; он склонился над какой-то рукописной

книгой.

Долго сидит монах, вчитываясь в каждое слово, потом встает, тщательно смешивает в ступке два каких-то порошка и высыпает их в сосуд с кипящей жидкостью. И тотчас же вспышка ярко-алого пламени озаряет все вокруг, и клубы густого белого едкого дыма заволакивают убогую келью.

Что же это за монах, который занимается химическими опытами, вместо того чтобы прилежно изучать священное писание?

Его имя Афанасий Кирхер. Монах иезуитского ордена, он осмелился нарушить заветы отцов церкви и превратил монастырскую келью в научную лабораторию.

И он уже не одинок, этот монах, в своем увлечении наукой.

Наука проклята, стремление к знанию объявлено греховным. А наука нашла приют в тех самых монастырях, которые были центром борьбы против науки и знания.

Ведь монастыри долгое время были средоточием наиболее грамотных для своего времени людей. Монахи всю жизнь усердно работали над переписыванием и толкованием священных книг. Но в монастырях хранились не только священные книги. Здесь можно было отыскать и творения древних мудрецов и писателей — случайно сохранившиеся полуистлевшие свитки. И находятся монахи, которые внимательно читают эти рукописи, изучают их и переписывают, чтобы сохранить для потомства. А бывают и такие, что добавляют кое-что и от себя. Это «кое-что» никак не согласуется с библией и поэтому пишется в глубокой тайне.

Проходит век за веком, и вот уже английский монах Роджер Бэкон пишет большой труд, в котором утверждает, что истинное знание должно основываться на опыте, что наука призвана победить невежество и повести человечество к счастью. Это было в XIII веке.

А еще через двести лет польский монах Николай Коперник издает свою знаменитую книгу, где излагает новую систему мира, в которой Земля уже не центр Вселенной, а только одна из планет, обращающихся вокруг Солнца. Ведь так учили и древние мудрецы. Но то, что у них было лишь гениальной догадкой, Коперник доказывает математически и неопровержимо.

Книга Коперника запрещена церковью. Однако свет знания разгорается все ярче, поднимается над высокими стенами монастырей, разливается по миру.

Люди начинают понимать пользу образования. Дети учатся уже не только в духовных школах. Появляются светские школы и университеты. И с кафедр университетов в Париже и Лондоне, в Праге и Венеции звучат страстные лекции последователя

Коперника, итальянского монаха Джордано Бруно. Он идет дальше своего учителя и говорит о бесконечной Вселенной, в которой носятся бесчисленные обитаемые миры.

Но что останется от библейского учения, если признать, что Земля — только небольшая планета в беспредельном мире? Всем становится ясно, что наука рушит устои религии. И лучше всех это понимают сами церковники. Они преследуют Джордано Бруно, заключают его в тюрьму, много лет пытают, добиваясь, чтобы он отрекся от своего учения. Но Бруно непреклонен, он не хочет отречься от истины. И тогда его сжигают живым на костре.

Свет от костра, на котором умер Джордано Бруно, только еще шире разнес по миру его идеи. Стремление к знанию уже не погасить. Растет число людей, посвятивших себя науке. Правда, многие из страха перед костром уверяют, что сами не верят в то, что доказывают. Наука вынуждена пока маскироваться, рядиться в монашескую рясу.

И горе неосторожным!

В 1553 году в городе Женеве, в Швейцарии, запылал костер, на котором погиб ученый-естествоиспытатель Мигель Сервет. Он открыл малый круг кровообращения и написал об этом книгу, но позволил себе при этом непозволительно отозваться об отцах церкви.

В те же годы церковь жестоко преследовала великого врача Везалия только за то, что он утверждал, что у мужчин и женщин имеется по двадцать четыре ребра.

В чем же состояла вина Везалия? Да только в том, что сведения, добытые им в результате исследования организма человека, противоречили священному писанию. Ведь, по библейской легенде, бог создал первых людей не одновременно. Сначала Адама, а уже потом из его ребра Еву. А раз так, говорили богословы, мужчина должен иметь не двадцать четыре, а двадцать три ребра.

Везалий, видимо, должен был не верить собственным глазам и утверждать противное разуму, лишь бы не погрешить против библейской легенды.

Все это было в прошлом.

Но разве при жизни Кирхера церковь стала более мягкой к своим противникам? Ведь и ему приходится работать под постоянной угрозой преследования со стороны духовных властей.

Афанасий Кирхер преподавал математику во французском городе Авиньоне, изучал историю и географию древнего Египта и древней Италии. Но самым любимым занятием его было исследование живой природы.

Глубоко интересовался Кирхер медициной, пытался

проникнуть в тайну болезней. Эти свои занятия он тщательно оберегал от взоров любопытных. Ведь он родился в 1601 году, ровно через год после сожжения Джордано Бруно.

Хорошо помнит Кирхер и плачевную участь великого итальянского ученого Галилео Галилея. Он упорно отстаивал учение Коперника, доказывал вращение Земли, усовершенствовал подзорную трубу и увидел горы на Луне и пятна на Солнце. И что же? В 1633 году, после длительного тюремного заключения, Галилей вынужден был отречься от своего учения. Афанасию Кирхеру тогда было тридцать два года.

А судьба голландского врача Ван-Гельмонта? Он все еще томится в темнице только за то, что посмел отрицать возможность чудесных исцелений.

Так сурово поступали даже с учеными, не дававшими монашеских обетов. Тем более веские причины соблюдать осторожность были у монаха-ученого Кирхера. В глубокой тайне проводит он свои научные опыты, в обложках церковных книг скрывает копии запрещенных рукописей древних мудрецов, Коперника и Сервета, Бруно и Везалия.

Много, очень много читает любознательный монах. А читать приходится в полутемной келье, при тусклом, колеблющемся свете лампады. От постоянного напряжения слабеет зрение — все труднее разбирать мелкий текст, все чаще сливаются перед глазами затейливые завитки рукописных букв. А между тем, как важно видеть, и хорошо видеть!

Тогда, чтобы помочь усталым глазам, Кирхер приобретает «мудрые стекла». Во времена Кирхера это уже не новость. «Мудрые стекла», как называли тогда очки, уже немало лет верно служат человеку. Кто их придумал, неизвестно, но появились они еще в конце XIII века.

Одни родиной очков считают Италию, другие — немецкий город Нюрнберг, откуда шли по свету карандаши, карманные часы и оловянные солдатики. Нюрнбергским шлифовальщикам драгоценных камней и стекол самим доводилось пользоваться древним способом чтения очень мелкого письма. Способ этот заключался в том, что между текстом и глазами ставили круглый графин с чистой водой. Буквы сквозь такой графин казались более крупными.

И вот кто-то заметил, что таким же свойством обладают выпуклые стекла. Мелкий текст стали разбирать с помощью увеличительного стекла, или лупы.

Круглое стекло, выпуклое с обеих сторон, то есть более толстое в середине и более тонкое у краев, может быть для удобства заключено в металлическую или деревянную оправу, а к

оправе приделана ручка. Так выглядят лупы в наши дни. Так выглядели они и в далеком прошлом. От одиночного увеличительного стекла — лупы — до объединения двух таких стекол в очки был один только шаг.

Афанасий Кирхер держит в своих руках этот нехитрый прибор с большими круглыми стеклами в оправе из жести. Он приближает и удаляет стекла от букв, находит наиболее удобное расстояние, когда текст кажется особенно крупным и четким. Его занимает мысль: чем объясняется удивительное свойство увеличительных стекол? Этого Кирхер объяснить не может. Но он уже знает, что чем более выпуклы стекла, тем они сильнее увеличивают.

«А что, если раздобыть очень выпуклое стекло? — размышляет Кирхер. — Ведь тогда, пожалуй, можно будет прочесть рукопись на пластинках из слоновой кости?»

Эту удивительную рукопись он хранит давно. Она досталась ему от потомков одного средневекового рыцаря — участника крестовых походов на Восток. Вся рукопись умещается в ящичке из сандалового дерева размером с ладонь. В ящичке сложены рядами пластинки из слоновой кости. Каждая пластинка — величиной с ноготь на большом пальце, и каждая исписана с обеих сторон такими мелкими буквами, что невозможно даже определить, на каком языке велось повествование.

Афанасий Кирхер посещает одного шлифовальщика стекол за другим в поисках нужного ему увеличительного стекла. Проходит немало времени, прежде чем самый искусный мастер Авиньона наконец изготовил для Кирхера лупу, которая увеличивала уже не в пять и не в десять, а в несколько десятков раз. Правда, ученый-монах так и не прочел заветных текстов на пластинках из слоновой кости — язык этих письмен был ему недоступен, — но сама лупа открыла перед ним увлекательные возможности.

Вот на столе крошечная соринка. Под лупой она кажется большим поленом. Значит, соринка — обломок дерева. А рядом еще соринка. И ее происхождение открывает лупа. Это обрывок овечьей шерсти, упавший с одежды монаха.

Счастливый обладатель лупы шагает по келье. Он рассматривает предмет за предметом, и всюду открываются перед ним подробности, обычно неразличимые для глаза человека.

Но вот Кирхер подходит к окну и в ужасе отшатывается. Он ясно видит: в окно лезет чудовище, покрытое редкой шерстью, с огромными выпученными глазами, с хоботом, изогнутым в форме башмака. Лупа падает из рук. Но в окне уже никого нет. Что же это было? Да ведь это муха, обыкновенная комнатная муха, сидящая на окне!..

Кирхер в ужасе отшатывается от окна.

Чтобы поднять лупу и вновь направить ее на муху, нужна одна секунда. Потом проходят долгие часы, а Кирхер все еще рассматривает в лупу мух, садящихся на окно.

Сколько нового узнаёт он за эти часы! Каким тончайшим узором прожилок изрезаны прозрачные крылышки мухи! Какое удивление вызывают сложные глаза насекомого: большие полушария покрыты правильными гранями, словно поверхность драгоценного бриллианта. Только граней этих тысячи. А ножки? Они снабжены коготками, позволяющими цепляться за любую неровность, и липкими подушечками, дающими возможность ползать по совершенно гладкой вертикальной поверхности…

Вслед за мухами под лупу водворяется блоха. Но блоха неусидчива, она вовсе не хочет служить науке. Сильный удар

задними ножками — и насекомое исчезает из поля зрения.

Приходится охотиться за новой блохой и рассматривать ее мертвой. Но теперь трудно увидеть детали строения блохи — она сильно покалечена. Впрочем, если блоха останется невредимой, ее все равно не рассмотришь так хорошо, как муху: ведь мухи сидели на окне и их прозрачные крылышки и волоски пронизывались ярким светом.

Чтобы рассмотреть блоху так же хорошо, как муху, Кирхеру пришлось придумать специальный прибор. В один конец полой трубки он вставил обычное стекло, а в другой конец — двояковыпуклое, лупу. Теперь можно было поместить живую блоху в трубку и без помех рассматривать ее, повернув прибор в сторону источника света — окна или свечи. Оказалось, что на простое стекло такого прибора можно помещать самые различные мелкие частицы и также рассматривать их в проходящем свете.

«Блошиное стекло» Кирхера было устроено очень просто. Блоха помещалась в цилиндрик, закрытый с одной стороны плоским стеклом, и рассматривалась на свет через короткофокусную лупу, вделанную в другой конец цилиндрика.

В память о том, что мысль о создании этого прибора подала блоха, Кирхер назвал его «блошиным стеклом».

«Блошиное стекло» Кирхера быстро завоевало популярность, но не как орудие исследования природы, а как забавная игрушка для праздных людей. Многочисленные мастера вручную шлифовали увеличительные стекла и вставляли их в трубки, отделанные золотом и драгоценными камнями. «Блошиные стекла» были очень дороги. Богатые люди всегда носили их с собой, соревнуясь в богатстве отделки футляров, а рассматривание блох стало модным занятием в великосветских

гостиных.

Жилые дома в те времена отапливались плохо, не имели вентиляции, в них всегда было сыро. И в жилищах бедняков и в дворцах вельмож и королей одинаково водилось великое множество блох. Даже на официальных королевских приемах не считалось зазорным ловить на себе этих насекомых. Знатные дамы искали блох в складках своих широченных, затканных золотом юбок, а галантные кавалеры услужливо протягивали им золоченые футляры. Блоха водворялась в цилиндр, и «блошиное стекло» переходило из рук в руки, вызывая веселые шутки и смех присутствующих.

Бывало и по-другому. Ведь огромное большинство людей даже не подозревало о существовании прибора, изобретенного Кирхером. И это иногда приводило к трагическим недоразумениям.

В один небольшой немецкий городок, где вспыхнула эпидемия какой-то болезни, приехал врач. Через несколько дней он сам заболел и умер. Местные жители, осматривая оставленные им вещи, нашли трубочку, снабженную на обоих концах стеклами. Кто-то взглянул в эту трубочку и чуть не лишился чувств от страха: он увидел черное косматое чудовище. Побежали за местным священником. Взглянув в трубочку, священник перепугался не меньше своих сограждан и объявил врача колдуном, которого всюду сопровождал черт, заключенный в трубку. Останкам врача было отказано в погребении. Тело оттащили и бросили в овраг, где обычно закапывали павших животных. Так бы и лежать там бедному врачу, не найдись смельчак, который взломал страшную трубочку. И что же? В трубочке не было ничего, кроме двух стекол и обыкновенной блохи.

Сам изобретатель мало интересовался успехом, который выпал на долю созданного им прибора. Скрывшись в полутемной келье, за толстыми стенами монастыря, он продолжал совершенствовать свое «блошиное стекло».

Чем сильнее увеличивала лупа, которую Афанасий Кирхер вставлял в трубку, тем больше подробностей, ранее скрытых от взора, удавалось ему рассмотреть в окружающем мире. Исследователь вскоре понял, что подлинные границы жизни пролегают где-то далеко за пределами человеческого зрения.

Прошло еще два года, и Кирхер объявил, что ему удалось увидеть какие-то невероятно мелкие, невидимые невооруженным глазом, но живые существа в загнившем мясе, молоке, сыре и даже в крови больных. Эти существа были так малы, что Кирхер не смог разглядеть ни их устройства, ни даже формы. Поэтому он

назвал их условно «червячками».

Что́ он видел в действительности, осталось неизвестным, так как никто тогда не заинтересовался этим открытием.

В богатых гостиных люди продолжали по-прежнему забавляться «блошиным стеклом» и даже не подозревали, что они держат в руках ключ от двери в еще не известный мир.

О существовании этого мира человечество узнало лишь во второй половине XVII столетия.

Яхта на рейде

Мутные волны широкого канала с глухим плеском накатываются на позеленевшие бревна деревянной набережной. Двухэтажные домики с остроконечными красными черепичными кровлями тесно жмутся один к другому вдоль узких улочек и переулков голландского города Дельфта.

Всюду пахнет сыростью и тиной, потому что десятки больших и малых каналов изрезали весь город. А сверху нависло тяжелое, пасмурное небо. И, будто руки великанов, взмахивают в этом небе крылья многих десятков ветряных мельниц.

Над городом поднимаются стрельчатые очертания древней ратуши — городской управы — и высоко-высоко в небо взметнулась башня Новой церкви, гордости города Дельфта.

На набережной, там, где главный городской канал вытекает из реки Ши, собралась толпа горожан — купцов и ремесленников: жестянщиков, золотых дел мастеров, шлифовальщиков стекол. Все смотрят на большую парусную яхту, что бросила якорь в устье канала. Над яхтой плещется по ветру русский андреевский флаг.

Проходят часы томительного ожидания. Но вот по набережной проносится стайка ребятишек с криками: «Хей рейт! Хей рейт!», что значит: «Он едет! Он едет!»

Теперь общее внимание привлекает шлюпка, только что отвалившая от пристани. В шлюпке семь человек: двое русских вельмож в зеленых камзолах и четыре матроса. А седьмой… О! Его-то хорошо знает каждый житель города Дельфта…

Когда шлюпка медленно подходит к яхте, этот человек также медленно первым поднимается по трапу. Он невысок, коренаст и широкоплеч, на голове парик. Низко и церемонно кланяется прибывший огромному человеку, одетому в скромное платье голландского покроя, потом почтительно, но с достоинством произносит заранее заученные слова витиеватого приветствия…

Так состоялась встреча скромного смотрителя городской ратуши из города Дельфта, самого искусного шлифовальщика стекол во всей Голландии, Антония ван Левенгука с русским царем Петром Первым.

Это случилось через полвека после того, как Афанасий Кирхер впервые заглянул в свое «блошиное стекло».

За это время в истории науки произошли знаменательные события, составившие славу Левенгука.

Этот человек никогда не собирался стать ученым. Он готовился к гораздо менее увлекательным занятиям. Еще подростком Левенгук поступил учеником в лавку мануфактурного торговца в большом голландском городе Амстердаме. Сделаться со временем хозяином подобной лавки его вполне устраивало.

Но Антоний Левенгук был увлекающимся человеком. С некоторого времени он стал все чаще вызывать недовольство хозяина лавки: слишком уж много времени уделял он своему очередному увлечению — шлифовке увеличительных стекол.

В Голландии в те времена многие занимались гранением и шлифовкой стекол. Голландские мастера достигли в этом искусстве высокого совершенства. Но все это были гранильщики-профессионалы. Шлифовка стекол была для них ремеслом, с помощью которого они добывали средства к существованию.

Другое дело Левенгук. Это был гранильщик-любитель. Он никому не продавал своих линз — двояковыпуклых мелких стекол. Его увлекал самый процесс шлифовки, как многих увлекает процесс выпиливания по дереву или собирания марок. Все свободное от занятий в мануфактурной лавке время Левенгук проводил, склонившись над шлифовальным станком. Когда очередная линза оказывалась в его руках, он рассматривал с ее помощью все, что находилось вокруг. И самые мелкие предметы представали перед ним в сильно увеличенном виде.

Еще в молодости Антоний ван Левенгук увлекся шлифованием оптических стекол.

Вот он раскрывает толстую библию в переплете из свиной кожи и наводит свою лупу на буквы латинского текста. И буквы кажутся ему в пять, а то и в десять раз больше своей настоящей величины. Потом он рассматривает кожу своей руки. Волоски на коже также кажутся ему более толстыми и более длинными. Больше того: теперь он видит и те волоски, которые без увеличительного стекла вовсе были невидимы, потому что они слишком малы.

«Но ведь могут быть, — решает Левенгук, — и такие волоски, которые настолько малы, что даже через стекло, увеличивающее в десять раз, их не увидишь. Чтобы рассмотреть их, нужно стекло,

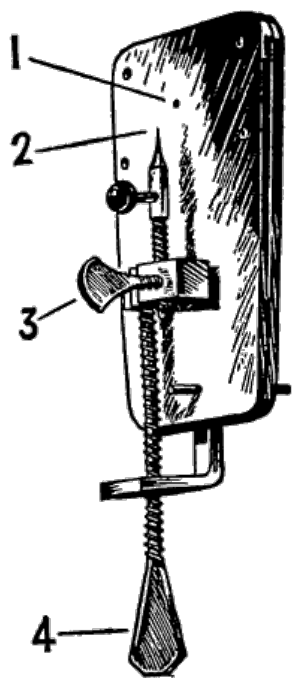
увеличивающее предметы еще больше. А что, если попробовать сделать такое стекло?»

И Левенгук вновь усаживается за шлифовальный станок. Он вскоре замечает, что качество линз зависит не только от их величины и выпуклости, но и от качества стекла. Линзы должны быть совершенно чисты, прозрачны, без малейших пузырьков внутри и хорошо отшлифованы. Он изобретает все новые, все более совершенные способы шлифовки. И линзы получаются с каждым разом лучше.

Чего только не разглядывает Левенгук в свои замечательные стекла! Крылья мух, чешуйки с крыльев бабочек, крошечные кусочки зеленых листьев и стеблей.

Целыми днями смотрит он на сырных клещей, которых тогда считали самыми мелкими созданиями в природе.

Но шлифовка стекол требовала много времени. Работа в мануфактурной лавке становилась в тягость. Тогда Левенгук оставил свои мечты о торговле и вернулся на свою родину, в город Дельфт. Здесь он получил скромное место смотрителя городской ратуши. Работа не была обременительна: открывать ратушу утром, убирать ее, топить печи, запирать вечером. Оставалось много свободного времени. А это как раз и нужно было Левенгуку. С еще большим рвением занялся он любимым делом.



Так выглядел микроскоп Левенгука. Между двумя

металлическими пластинками, снабженными точечным отверстием для наблюдения, зажата маленькая короткофокусная лупа с увеличением в 150–300 раз. Против отверстия 1 находится игла 2, на которой укрепляется предмет для рассматривания. Для наводки на фокус винт 3 отодвигает его от лупы, а винт 4 двигает вверх и вниз.

В искусстве шлифовки стекол Левенгук достиг почти совершенства. Он научился делать двояковыпуклые линзы величиной с булавочную головку, которые давали увеличения до двухсот и даже более раз. Такие линзы еще никто не умел делать.

Сколько нового увидел Левенгук в свои стекла! В лапках лягушки он обнаружил мельчайшие кровеносные сосуды — капилляры. В капле собственной крови рассмотрел красные кровяные тельца, о которых до него никто не знал. Он исследовал чешуйки кожи, строение волоса человека и животных и многое другое.

Казалось, что нет вокруг предмета, который не побывал бы под линзой любознательного смотрителя ратуши.

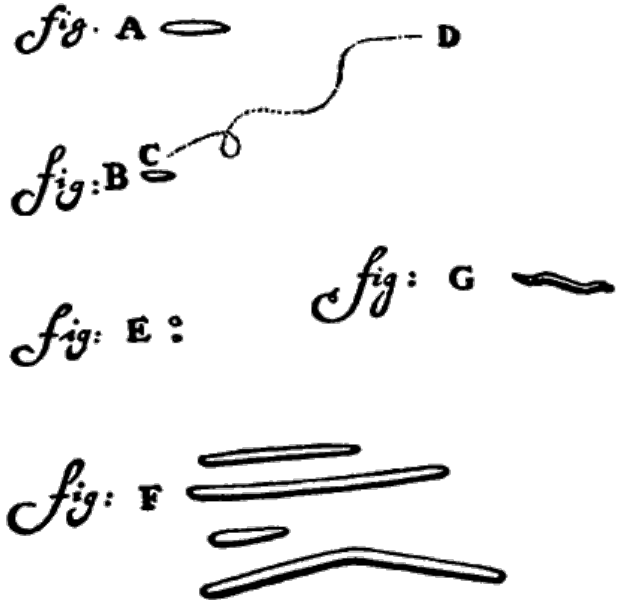
И вот как-то ему пришло в голову посмотреть через свою линзу на каплю обычной воды.

«Конечно, в воде, — размышлял он, — ничего не может быть, кроме воды. Но так как уже исследовано все, кроме воды, то почему не посмотреть и на воду? Но как это сделать?»

Он вновь размышляет. Потом берет стеклянную трубочку, плавит ее на горелке, вытягивает в тончайший стеклянный стержень с внутренним просветом не толще волоса. В трубочку Левенгук насасывает каплю дождевой воды, постоявшей несколько дней в просмоленной бочке возле его дома. Когда это было сделано, потребовалась одна минута, чтобы поместить трубочку с водой под одну из самых лучших, оправленных в золото линз.

Прищурив один глаз, исследователь приникает другим к линзе и испускает крик изумления.

Скромный, никому не известный смотритель ратуши из города Дельфта увидел обитателей нового, фантастического мира — мельчайшие существа, которые миллионы лет жили, рождались, боролись и умирали, совершенно незримые и не знакомые никому из людей.



Это первое изображение бактерий взято из книги Антония Левенгука «Тайны природы», вышедшей в 1686 году.

Удивительная картина открылась перед Левенгуком. В капельке воды, взятой из бочки, плавало бесчисленное множество живых существ всевозможных форм, существ, в тысячу раз меньших, чем самый мелкий сырный клещ.

Что это за существа и как назвать их? Левенгук этого не знает. Они невероятно малы, и он называет их просто «анималькули», что значит «маленькие животные», «зверюшки».

Через полгода, желая узнать, от чего зависит жгучий вкус перца, Левенгук попытался отделить мельчайшую частицу. Когда ему это не удалось, он решил предварительно размочить перец и залил его водой. Несколько дней спустя, посмотрев через линзу на каплю перечного настоя, он и там увидел невероятное число «маленьких животных».

Каждый предмет, каждая соринка в этой капле перечного настоя выглядели теперь увеличенными в двести раз. Мельчайшие песчинки казались Левенгуку довольно крупными белыми и бурыми камнями; мелкие соринки, кусочки перца — грубыми щепками.

Обыкновенная тина оказалась очень красивыми толстыми зелеными нитями, переплетающимися друг с другом. А между нитями тины плавали, вертелись и ползали самые разнообразные существа.

Вот плавают какие-то очень красивые бурые и зеленые

челночки или веретенца. Возле них кружатся другие существа, покрытые, как шерстью, множеством тонких волосков. Они быстро шныряют между челночками, машут своими волосками и производят вокруг себя настоящий водоворот. Сколько их здесь, этих маленьких тварей! Одни имеют вид удивительных звездочек, другие — треугольников, полумесяцев, третьи напоминают колокольчики, сидящие на длинных ножках, четвертые постоянно меняют свою форму, как крошечные капли масла, переливающиеся то в ту, то в другую сторону, пятые…

Да разве опишешь все, что можно увидеть в одной только капле перечного настоя! Важно другое: ведь теперь в руках у Левенгука есть способ разводить «маленьких животных».

Банка с настойкой толченого перца стала своеобразным питомником, в котором всегда был готовый живой материал для увлекательных наблюдений.

Оказалось, что «маленьких животных» можно разводить не только в настое из перца, но и в настоях из травы, сена и различных семян.

Теперь-то Левенгук уже знает, какое «ученое» имя можно присвоить этим маленьким животным. Они разводятся в настоях трав, и он называет их «инфузории», то есть «настойные», «наливочные» — от латинского слова «инфузум», что значит «настой», «наливка».

Антоний Левенгук не устает наблюдать. О результатах своих наблюдений он сообщает в Лондон, в Английское королевское общество, объединявшее в те времена крупнейших ученых мира.

Левенгук подсчитывает, что в каждой капле перечного настоя плавает от шестисот до тысячи «маленьких животных». Он сообщает, что в свежей воде ему не всегда удается заметить таких животных, но, если дать воде постоять несколько дней, в ней появляются и ежедневно размножаются эти удивительные создания. А каждая капля мутной воды из дельфтских каналов прямо-таки кишит ими.

Левенгук ищет их повсюду. Даже в собственном рту. И находит там существа еще более удивительные. Взяв немного белого налета, образующегося на зубах, разболтав его в воде и поместив каплю под линзу, он убеждается, что «маленькие животные» из капли воды вовсе не самые маленькие существа на свете. Теперь он видит еще более мелких, массу невероятно крошечных созданий в виде палочек, шариков, гибких змеек и спиралей. Последних особенно много. Все они живые и извиваются в воде по всем направлениям.

Но как сообщить ученым мужам из Английского королевского общества об этих существах, с чем сравнить их, когда они во

столько же раз меньше «маленьких животных» из перечной настойки, во сколько раз пчела меньше лошади! Левенгук перебирает в памяти самые мелкие предметы, которые ему приходилось рассматривать в свои непревзойденные линзы. Наконец ему кажется, что найдено подходящее сравнение и он записывает: «Каждое из этих крошечных животных в тысячу раз меньше глаза взрослой вши».

Но раз они так малы, сколько их может поместиться в одной капле воды? Левенгук попробовал подсчитать, потом отступился. Даже ему эта задача оказалась не под силу. Чтобы помочь людям понять размеры этих мельчайших из мелких существ, он опять ищет подходящее сравнение, и обязательно такое, чтобы оно было понятно английским ученым, которым надо сообщить о новом открытии.

«Я исследовал, — пишет он, — слизь, которая залегает между зубами человека, и увидел множество мельчайших животных, весьма оживленно двигавшихся… В моем рту их больше, чем людей в Соединенном королевстве» (то есть в Англии. — *И. В.*).

Открытия Левенгука и его сообщения были так необычайны, что ученые встретили их с недоверием. Ведь только один Левенгук располагал такими хорошими линзами. Поэтому никто не мог повторить его наблюдения. А принимать на веру сообщение какого-то чудака о существах настолько малых, что они в количестве нескольких миллионов уместились бы на поверхности одной булавочной головки, это уж слишком. Никто не мог заставить себя всерьез поверить в существование бесчисленных армий «маленьких животных».

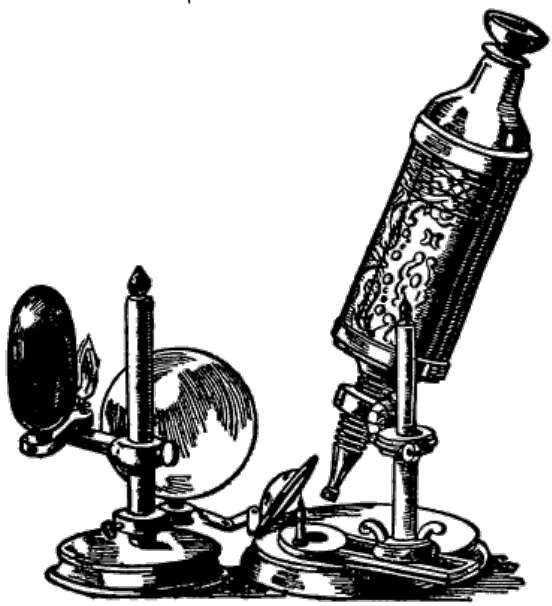
И все же сообщения смотрителя дельфтской ратуши отличались такими подробностями и такой точностью, что над ними не могли не задуматься члены Английского королевского общества.

Особенно интересовался открытиями Левенгука президент общества Роберт Гук. Он также пользовался при изучении природы увеличительными стеклами.

Однако секрета изготовления таких мелких и таких выпуклых линз, какие изготовлял Левенгук, никто не знал.

Поэтому, для того чтобы достигнуть большего увеличения предметов, нашли другой способ. Вместо того чтобы употреблять очень мелкие и очень выпуклые стекла, стали пользоваться двумя или тремя увеличительными стеклами, накладывая их одно на другое. Так придумали инструмент, состоящий из нескольких луп, вделанных в одну общую трубку. Инструмент этот получил название «микроскоп» (от греческих слов «скопо» — смотрю и «микрос» — малый).

Лучшие микроскопы того времени были у Роберта Гука. С их помощью он сделал немало важных открытий. В 1667 году, работая над усовершенствованием микроскопа и желая испытать силу его увеличения, Роберт Гук положил под микроскоп тонкий срез пробки. Присмотревшись, он увидел, что пробка состоит из мелких ячеек, напоминающих пчелиные соты.



Роберт Гук придумал микроскоп с тубусом и с искусственным освещением объекта светом масляной лампы, пропущенным через стеклянный шар с водой (1665).

Эти ячейки он назвал клетками, а в дальнейшем убедился, что из таких же клеток построены ткани других растений.

Но даже в микроскопы Роберта Гука не удавалось увидеть существа, описанные Левенгуком.

Шли годы… И вот 15 ноября 1677 года Роберт Гук сообщил изумленному собранию ученых, что ему после долголетних стараний удалось сделать микроскоп, подтвердивший, что смотритель городской ратуши из голландского города Дельфта прав.

Теперь все могли увидеть в капле перечного настоя «маленьких животных».

Левенгука часто называют первым охотником за невидимками. Но любой охотник всегда имеет определенную цель, знает следы и повадки зверя, которого выслеживает. Антоний Левенгук никакой цели перед собой не ставил. Он только наблюдал и первый искренне удивлялся увиденному. Нет,

он еще не был охотником. Но он первым открыл новый мир, он был Колумбом страны невидимок.

Слава о его необыкновенных открытиях прокатилась по миру.

Знали о Левенгуке и в России. Поэтому, когда Петр Первый совершал свое путешествие по Голландии, он в мае 1698 года прибыл на яхте в город Дельфт специально для того, чтобы повидать Левенгука и самому посмотреть в его необычайные стекла.

Желая избавиться от докучливой толпы любопытных, Петр не поехал к Левенгуку, а пригласил его к себе на яхту.

И вот Антоний Левенгук неторопливо расставляет на палубе свои микроскопы. Он демонстрирует глаз насекомого и чешуйки бабочки, блоху и комара и даже собственный волос. Потом приглашает Петра заглянуть во второй микроскоп. В нем, как и в первом, к металлическому держателю прикреплена при помощи винта крошечная двояковыпуклая линза. Но, кроме того, в отверстие держателя вставлен стеклянный цилиндрический сосуд с рыбкой. И сделано это так ловко, что хвост рыбки приходится как раз против линзы.

— Я думаю, ваше величество. — говорит Левенгук, — что едва ли какое-либо зрелище может быть более приятным для любознательного глаза, чем эта картина движения крови в столь большом числе кровеносных сосудов, как вы это увидите в хвостовом плавнике угря.

Но это еще не все. Самый эффектный номер программы Левенгук приберег напоследок. Когда, по его расчетам, русский гость уже достаточно проникся уважением к микроскопам и их создателю, Левенгук торжественно извлек из глубокого кармана своего камзола склянку с перечной настойкой.

И вот под линзой мечутся уже ставшие знаменитыми «маленькие животные». Перед глазом человека вновь открывается этот новый и неожиданный мир, полный жизни и движения. Там кишат сотни крошечных нежных существ. Одни плавают быстро и весело, другие медленно, как бы задумчиво, третьи двигаются то вперед, то назад, четвертые остаются совершенно неподвижными на месте.

Сотни живых существ в одной только капле перечного настоя! Как не удивляться этому!

А Левенгук хитровато улыбается. У него в запасе есть еще не менее увлекательное зрелище. Уже десятки ученых с его легкой руки наблюдают маленьких животных в капле воды. И многие, наверное, думают, что они превзошли в этом старого Левенгука. А между тем он знает об этих крошечных созданиях нечто такое, чего не знает больше никто.

Вот ракушки, выловленные Левенгуком в дельфтских каналах. Не нужно много времени, чтобы убедиться с помощью всемогущей лупы в том, что тело моллюсков прямо-таки набито зародышами детенышей.

— Почему же наши каналы, — спрашивает Левенгук, — не набиты битком этими ракушками, если в теле каждой матери-моллюска такая масса зародышей?

Линза микроскопа должна ответить и на этот вопрос. Левенгук снимает иглой еле видимый кусочек слизи с молодого моллюска, разбалтывает эту слизь в воде и каплю воды помещает под микроскоп.

Теперь под линзой можно увидеть огромное число мельчайших представителей незримого мира. Они так малы, что уже нельзя разобрать их строение. Но они живы, они движутся, они постоянно и жадно уничтожают мягкое тело молодых моллюсков.

— Жизнь существует за счет жизни, — продолжает рассказывать Левенгук. — И все это, конечно, к нашему благополучию, потому что, если бы маленькие животные не съедали молодых моллюсков, то наши каналы оказались бы переполненными ими до самых краев.

Петр поражен всем увиденным. Он благодарит Левенгука, восхищается необычайными качествами его приборов, талантом самого исследователя.

Петр был поражен увиденным.

Левенгук не менее высокого мнения и о своих микроскопах и о своей собственной особе. Но он хитрит, он напускает на себя приличествующую случаю скромность.

— С помощью того небольшого таланта, который мне дан, — говорит он, — я стараюсь лишь вырвать мир из власти старых суеверий и направить его на путь знания и истины.

А Петр думает о будущем, мечтает о таких же значительных открытиях на своей родине. Он, конечно, не знает, что эти мечты близки к осуществлению, что его соотечественникам предстоит проникнуть в самые неизведанные глубины мира невидимых существ.

Волшебная дверь

Злые, упорные ветры мечутся над пустыней Шаргын-Гоби, поднимая тучи колючего песка. Здесь нестерпимая жара летом, трескучие бесснежные морозы зимой.

Редко кто отваживался пересечь этот неприветливый край. Поэтому жители Западного Китая были несказанно удивлены, когда из Шаргын-Гоби к границам их отечества пришли с небольшим караваном отощавших верблюдов не виданные никогда ранее люди. Говорили они на непонятном языке, еле двигались от усталости и голода, одежда их висела лохмотьями, словно у нищих…

Так почти семьсот лет назад венецианец Марко Поло и его спутники первыми из европейцев проникли в континентальный Китай сухопутным путем — через пустыни и полупустыни Средней и Центральной Азии.

После многолетнего изнурительного и опасного путешествия европейцы оказались в стране, поразившей их воображение. Словно волшебная дверь неожиданно распахнулась перед ними и привела их в иной, сказочный мир.

Они нашли здесь развитую культуру, увидели крупные торговые города, прекрасные дороги и мосты, роскошные дворцы и парки. Они познакомились с жизнью незнакомого, талантливого, многомиллионного народа.

Когда Марко Поло, пробыв много лет в Китае, вернулся на родину и рассказал обо всем, что видел и узнал, его подняли на смех, объявили выдумщиком и шарлатаном. Никто не хотел верить, что могут существовать на земле миллионы людей, остававшихся до сего времени неизвестными.

Подобная история, только совсем с другим результатом, произошла с людьми, первыми проникшими в мир незримых существ.

Ведь трудно было поверить в то, что есть животные, каждое из которых в тысячу раз меньше самой крошечной пылинки.

Над «червячками» Кирхера и «маленькими животными» Левенгука вначале добродушно посмеивались, как над плодом досужей фантазии, рассказывали о них забавные истории, сочиняли анекдоты. Потом, когда пошли слухи, что невидимок отыскали повсюду: и в капле воды, и во рту человека, и на пылинках, носящихся в воздухе, — решили, что это уж слишком неправдоподобно.

Нашлись люди, которые объявили охотников за невидимками бессовестными лжецами. Другие пытались убедить

исследователей, что открытый ими новый мир — только обман зрения. Такие недоверчивые люди были во все времена. Даже знаменитый французский философ Вольтер, живший в XVIII веке, утверждал, что люди, которые возятся с микроскопами, занимаются рассматриванием «пятен в собственных глазах».

Но ни нападки научных противников, ни насмешки сомневающихся не обескураживали тех, кто с помощью микроскопа путешествовал в мире невидимок. Ведь сами-то микроскописты хорошо знали, что открытый ими мир не плод воображения, что он существует на самом деле. Неустанно отыскивали они повсюду таинственные маленькие создания. Их стали называть микробами, микроорганизмами, микроскопическими существами.

Ряды охотников за микробами росли. Уже десятки ученых сидели за микроскопами, зарисовывали невидимок, пытались возможно подробней описать их внешний вид, их поведение в капле воды.

Смотреть в микроскопы стало таким же модным занятием, как в свое время рассматривать насекомых через «блошиное стекло». Мастера-оптики шлифовали стекла и делали микроскопы на вкус различных потребителей. Появились микроскопы дешевые — картонные и очень дорогие — серебряные и золотые, с затейливым орнаментом.

Из орудия науки микроскоп превращался в забавную игрушку, на которую был большой спрос. Поэтому мастера меньше всего думали об улучшении качества своих микроскопов, которые по-прежнему давали недостаточно четкое изображение и сравнительно небольшое увеличение.

Такие микроскопы мало чем могли помочь исследователям. До боли в глазах смотрели они в свои стекла, пытаясь проникнуть в тайны мира невидимых существ. И бывало, что сомнения овладевали ими. Иные даже спрашивали себя: да, быть может, они и впрямь не живые, эти «маленькие животные»?

Ведь те, кто утверждает обратное, приводят немало веских доводов.

«Вы считаете своих „маленьких животных“ живыми, — говорят они, — только потому, что эти животные движутся и иногда заглатывают друг друга. Но если внимательно проследить за каплей масла в содовом растворе, то можно увидеть примерно то же самое. Капелька переползает с места на место и вбирает в себя, заглатывает разные соринки, которые попадаются на ее пути».

«Но ведь маленькие животные не только движутся и питаются — они растут за счет усвоенной пищи», — возражали

микроскописты.

А их противники опровергали и это.

«Возьмите, — советовали они, — горсть кристаллов медного купороса, — квасцов или поваренной соли. Бросайте кристаллы одного из этих веществ в стакан с горячей водой до тех пор, пока часть кристаллов уже не будет растворяться, и поставьте стакан на солнце. Потом возьмите еще один маленький кристаллик, привяжите его к нитке и опустите в стакан с насыщенным раствором так, чтобы, находясь в растворе, он не падал на дно и не касался стенок стакана. Через несколько дней, вытянув нитку из стакана, вы убедитесь, что маленький кристаллик сильно вырос. Если его снова опустить в стакан, он вырастет еще больше».

«Всем ясно, что и капля масла и кристалл — тела неживые, — соглашались исследователи незримого мира. — Но в том-то и дело, что между ростом кристаллов и ростом живых существ имеется большая разница. Кристалл растет за счет веществ, растворенных в воде — эти вещества присоединяются к кристаллу, и он увеличивается в размерах, — а пища, которую поглощают живые существа, не присоединяется к ним, а перерабатывается коренным образом внутри их тела. Сначала она разлагается на составные части, а затем идет на поддержание сил организма или на образование новых сложных веществ, из которых организм построен».

Но, если «маленькие животные» действительно живые, как это доказать? Ведь для этого надо знать их особенности, знать, как они живут и размножаются.

Можно ли ответить на эти вопросы?

«Сначала надо, — решили ученые, — разобраться в массе этих крошечных существ, распределить их по сходным группам. Ведь именно так поступили с растениями».

Было время, когда древний человек знал только несколько сот разных растений. А в XVIII веке их знали уже более двадцати тысяч.

С накоплением знаний о природе появилась и потребность разобраться в массе растений, населяющих землю. Надо было выведать у растения, как оно питается, растет, размножается. Сначала попытались разбить растения на группы по внешним сходным признакам.

Растения делили на деревья, кустарники, травы. Но потом оказалось, что одно и то же растение в одних условиях можно встретить в виде кустарника, а в других — в виде дерева. Ива, растущая по берегам северных рек, — кустарник. А на юге ива растет в виде большого ветвистого дерева. Знакомые всем

папоротники — это трава, прячущаяся в тенистых местах, под кронами высоких деревьев. А в жарких странах, в тропических джунглях, есть большие древовидные папоротники. Выходит, что деление растений на деревья, кустарники и травы не могло помочь ученым.

Тогда попробовали делить растения на листопадные и вечнозеленые, культурные и дикорастущие, цветущие и не цветущие. Но такое деление было очень сложно, да и не отражало действительности. Найдет ученый-путешественник дикую яблоню где-нибудь в горах Средней Азии, опишет ее и даст ей научное название, а другой в это время описывает культурную садовую яблоню и дает ей уже другое название. И многим невдомек, что это растения одного вида. В результате получалась невероятная путаница.

И вот шведский ученый Карл Линней нашел выход из положения. Наблюдая природу, он заметил, что все растения можно разделить на две большие группы: цветковые и бесцветковые. Примером бесцветковых могут быть папоротники, плауны и наши хвойные деревья. А цветковых гораздо больше. Среди них есть и деревья, и кустарники, и травы. Но и для них Линней отыскал один общий признак: все цветковые растения размножаются с помощью цветков.

Цветки у различных растений устроены по-разному, но обычно все имеют зеленую чашечку, венчик, сложенный из ярких лепестков, тычинки и пестик. Правда, бывают цветки без яркой окраски, а иногда и без лепестков вовсе, но тычинки и пестик есть всегда. Это общий, обязательный признак всех цветковых растений. И Линней по цветкам, по количеству тычинок распределил все известные ему растения на виды, роды и семейства. Такой способ деления растений оказался удобным и получил название системы Линнея. В ботанике — науке, изучающей растения, — был наведен порядок.

В наведении такого порядка в своей науке нуждались и исследователи невидимого мира. Много раз пытались они систематизировать жителей капли воды, разделить их на группы по каким-то общим признакам. И каждый раз отступали перед великим многообразием существ, населяющих этот странный мир.

Даже сам Линней, просидев немало дней за микроскопом, наконец махнул рукой и предложил всех микробов назвать одним общим именем «хаос».

«Видимо, бог, создавая этих „маленьких животных“, — заявил Линней, — имел в виду сохранить эту область жизни в тайне от человека».

Исследователи стояли у волшебной двери в новый, только что открытый ими мир. Но дверь была слишком узкой, в нее удавалось увидеть слишком мало подробностей.

Чтобы раздвинуть границы познания нового мира, нужно было прежде всего усовершенствовать микроскопы.

Именно в эти годы на научном небосклоне засияла новая яркая звезда, развернулся многогранный гений отца русской науки — Михаила Васильевича Ломоносова. Умея видеть далеко вперед, он понял, что микроскоп не игрушка, пригодная лишь для забавных «курьезных» опытов. В микроскопе Ломоносов разглядел инструмент, который может стать могучим орудием исследования природы.

Если бы можно было перенестись на двести лет назад и оказаться в Петербурге в 1760 году, мы бы не упустили случая побывать в Академии наук и посмотреть, как работали ученые того времени.

Путешествовать в прошлое можно. Конечно, лишь с помощью собственного воображения, заручившись предварительно всем необходимым: воспоминаниями людей, живших в давно прошедшие времена, трудами ученых-историков, старыми чертежами, рисунками и приборами, хранящимися в музеях.

Располагая таким «снаряжением», мы сможем довольно точно представить себе знаменитую химическую лабораторию Ломоносова.

Не думайте, что она была похожа на современные светлые, сверкающие стеклом и никелем химические лаборатории. Совсем нет. Химическая лаборатория Ломоносова была в низком, полутемном помещении с тяжелыми арочными сводами над головой. Вместо сверкающей химической посуды на полках стояли ряды грубых глиняных и стеклянных реторт, вместо легких бесшумных газовых горелок — большие чугунные сковороды, а на сковородах — раскаленные угли, раздуваемые при помощи кузнечных мехов.

Ученый-химик также не похож на современного. Он в малиновом кафтане, в чулках и туфлях, в длинном напудренном парике. Это Ломоносов. Возле него на маленьком столике стоит примитивный микроскоп, похожий на игрушечную мортиру.

Вокруг ученики. Они в таких же кафтанах и париках, а возрастом едва ли многим моложе своего учителя.

Ломоносов помещает под микроскопом стеклышко с каким-то предметом, и его громкий голос гудом гудит под низкими сводами лаборатории.

— Посмотрите в сей микроскоп на тоненькую шелковинку и вы увидите, что она состоит из девяноста пяти еще более тонких

шелковинок. Эти шелковинки, как и шерстяные, и льняные, и пеньковые волокна, представляют собой полые трубки. При окрашивании волокон жидкость, которая находится внутри трубок, испаряется и замещается частицами краски.

Ученики по очереди приникают глазом к стеклам микроскопа и убеждаются, что все выглядит именно так, как говорит учитель.

— Посмотрите на искры, высекаемые из огнива, — продолжает Ломоносов. — Они покажутся вам частицами металла или стеклянными шариками. И это правильно, ибо искры не что иное, как раскаленные частицы стали или крупинки расплавленного кремня.

И вновь великовозрастные ученики выстраиваются в очередь возле микроскопа.

С удивлением разглядывают они срезы с зерен ржи, вишневой ягоды, зеленых листьев, пробки, древесины и видят, что все растительные ткани состоят из бесчисленного множества «пузырьков» — клеток. Но ведь все это имели возможность наблюдать и другие микроскописты. А Ломоносов хочет пойти дальше, расширить область применения микроскопа. Первым в мире он использовал этот инструмент для химических исследований.

Ученики Ломоносова могли быть уверены, что, кроме них, никто еще не видел таких чудес, как появление и рост мельчайших кристаллов в растворе солей и разложение медной проволоки в азотной кислоте.

Таких чудес, какие показывал Ломоносов своим ученикам, не видел еще никто.

Но сам Ломоносов недоволен микроскопом. Для исследований, которые он задумал, нужны приборы, дающие более крупные и более четкие изображения. По его инициативе в академических мастерских начинаются работы по созданию таких инструментов.

В 70-х годах XVIII века академические мастерские возглавлял замечательный механик-самоучка и изобретатель, бывший часовщик из Нижнего Новгорода, Иван Петрович Кулибин. Ему вместе с мастером Иваном Ивановичем Беляевым и принадлежит честь создания нового микроскопа. Кулибин, Беляев и член русской Академии наук профессор Леонард Эйлер долгое время изучали свойства, достоинства и недостатки микроскопов

различных систем, которыми располагала Академия наук.

Были здесь простые микроскопы, подобные микроскопу Левенгука, то есть двояковыпуклые линзы в оправе. Широко применялись карманные и ручные микроскопы с двумя линзами, вставленными в концы короткой раздвижной трубки с ручкой. Такие микроскопы давали увеличение до четырехсот раз. Были еще удивительные плавленые стеклянные шарики, увеличивающие предмет в девятьсот раз.

Однако наибольшее внимание русских мастеров привлекали сложные микроскопы. Это были усовершенствованные схемы микроскопов английского ученого Роберта Гука, который в свое время так содействовал славе Левенгука. Во всех этих микроскопах в концы медной трубки вставлены две линзы. Двояковыпуклая линза обращена к исследуемому предмету или, как говорят, «объекту» исследования, и называется поэтому «объектив». Вторая линза, плосковыпуклая, называется «окуляр» и обращена к глазу наблюдателя. Трубку с линзами уже не надо держать в руках, которые всегда немного дрожат. Трубка укреплена на подставке так, что ее удобно ставить на стол. К той же подставке, под трубкой, приделана пластинка с отверстием посередине. Она служит столиком, на который кладут рассматриваемый предмет. А через отверстие в пластинке этот предмет освещают снизу пучком света при помощи еще одной линзы или круглого зеркальца. Такие микроскопы дают изображения увеличенные и перевернутые. Предмет виден на светлом поле. Он кажется темным, окрашенным и всегда несколько расплывчатым.

Еще Роберт Гук, пытаясь добиться четкости изображения, добавил в свой микроскоп третью двояковыпуклую линзу, которую поставил между объективом и окуляром. Эта линза, правда, несколько уменьшала изображение, но зато делала его более четким.

Но и самые совершенные микроскопы того времени были далеки от требований, которые предъявляли к ним ученые-исследователи.

Сколько ни старались изобретатели микроскопов, они все же не могли сделать свои инструменты совершенными. Каждая точка, рассматриваемая в микроскоп, по-прежнему изображалась в виде кружка. А так как каждый предмет состоит из многих точек, то в изображении кружки накладывались друг на друга. В результате изображение предмета получалось не резким, расплывчатым.

Каковы же причины этого явления? Прежде всего надо найти ответ на этот вопрос, решили Эйлер, Кулибин и Беляев.

Они проделали сотни опытов, испробовали десятки различных комбинаций двояковыпуклых, плосковыпуклых и вогнутых линз. А ответ-то оказался очень прост.

Оказалось, что каждая точка изображается под микроскопом в виде кружка потому, что несовершенны сами линзы. Ведь световой луч состоит из лучей различного цвета. В стеклянной призме они преломляются по-разному, и белый луч разлагается на многоцветную радугу. То же самое получается и в линзах микроскопа. Лучи света, идущие от рассматриваемого объекта, преломляются в них по-разному, и изображение получается расплывчатое, с радужным ореолом.

Но, когда известна причина, уже легче устранить ее последствия. И Леонард Эйлер предложил делать линзы из двух сортов стекла, по-разному преломляющих световые лучи. Такие линзы соединяли преломляющие лучи в один общий пучок.

Кулибин и Беляев создали по чертежам Эйлера первый микроскоп нового типа, не имевший недостатков, которыми отличались его предшественники. В дальнейшем такие микроскопы стали изготовлять во всех странах Европы.

Для ученых-исследователей микроскопы стали волшебной дверью в таинственный мир невидимок.

Обитатели хаоса

В те годы, когда русские ученые и мастера-оптики искали способ улучшить качество микроскопов, в далекой Италии микробов наблюдал Лоццаро Спалланцани. Проходили день за днем, месяц за месяцем, а он все сидел за своим простеньким микроскопом.

Лоццаро Спалланцани был сыном юриста, готовился сам стать юристом, а сделался знаменитым ученым-естествоиспытателем. Его призванием в науке стали «маленькие животные» Левенгука.

Много раз за время своего долголетнего изучения микробов Спалланцани пытался найти ответ на вопрос, волновавший в то время всех охотников за невидимками.

Как размножаются «маленькие животные»?

Одни утверждали, что микробы откладывают яйца, другие считали, что они рождают живых детенышей. Был даже исследователь, который объявил, что он, внимательно рассматривая микробов в свой микроскоп, заметил якобы

молодых микробов внутри старых, а присмотревшись к ним лучше, увидел еще и внуков внутри этих молодых.

Среди третьих господствовало мнение, что «маленькие животные», быстро двигаясь в воде, ударяют друг друга и раскалываются надвое.

Кто прав, решить мог только опыт. Лоццаро Спалланцани закрывается в своей лаборатории и превращается в охотника за дичью, которая в несколько тысяч раз меньше самой мелкой песчинки. Ему нужно во что бы то ни стало поймать одного микроба, только одного. Как иначе проверишь, что он не раскалывается от столкновения со своими собратьями?

Но как выловить одного микроба из капли, где «маленькие животные» кишмя кишат? Ведь микроба не схватишь рукой!

Но Спалланцани нашел то, что искал. Решение вопроса было очень простым. Капельку сенной настойки с «маленькими животными» исследователь поместил на чистое, прозрачное стеклышко. А рядом — каплю совершенно чистой воды, в которой не было ни одного микроба. Затем с помощью иглы между каплей была проведена тончайшая водяная дорожка. Спалланцани заметил через свою линзу, как по этой дорожке в каплю чистой воды устремились гуськом крошечные существа. И, как только первое из них достигло чистой воды, доступ остальным был прегражден.

В капле воды плавал теперь только один-единственный микроб. Оставалось набраться терпения и наблюдать. И Спалланцани увидел: через полчаса микроб разделился пополам. Теперь два микроба плавали там, где был один, а еще через полчаса каждый из них также разделился надвое. Прошло немного времени, и чистая до того капля была уже полна «маленькими животными».

Микробы размножаются делением. Теперь это было доказано на опыте. И все же нашлись люди, которые не поверили Спалланцани. Дело в том, что ученый работал с простым микроскопом левенгуковского типа. Чтобы в подобный микроскоп увидеть такие подробности, какие видел сам Спалланцани, надо было обладать большим опытом. А искусством микроскопических наблюдений в те времена владели немногие.

Через несколько лет опыты Лоццаро Спалланцани повторил наш соотечественник, украинец Мартын Матвеевич Тереховский. Он уже обладал усовершенствованным микроскопом. Это помогло Тереховскому не только поставить перед собой, но и решить более сложные задачи. Он сумел опытным путем доказать, что «маленькие животные» действительно живые существа.

Сын священника из маленького городка под Полтавой,

Мартын Матвеевич Тереховский проявил блестящие и разносторонние способности. Он был поэтом, одним из самых блестящих врачей своего времени и ученым-ботаником, завоевавшим международное признание.

Двадцать третьего июня 1775 года ученая коллегия Страсбургского университета во Франции собралась на свое очередное заседание. В этот день на трибуну поднялся молодой врач из далекой России, чтобы поведать о результатах исследования таинственного мира невидимок.

Тереховский читал свой доклад, как было тогда принято, на латинском языке и поразил ученых мужей глубиной мыслей, блестящей постановкой опытов.

«Я покажу своим невежественным и неумным противникам, — заявил Тереховский, — в сколь тяжелое заблуждение они впадают».

Он подробно рассказал о своих опытах, которые должны были «в пух и прах» разбить тех, кто упорно не хотел признать «маленьких животных» живыми, кто утверждал, что они лишь пузырьки воздуха и частицы масла, взвешенные в воде.

«Я кладу, — говорил Тереховский, — венок из цветов садовой гвоздики в чистый стеклянный сосуд и наливаю чистую свежую воду, зачерпнутую металлическим сосудом из колодца, обнесенного каменной оградой. Я ставлю этот стеклянный сосуд в комнате у окна. Проходят дни и вянут цветы, пока время неслышно уходит. Прозрачная и лишенная запаха жидкость по прошествии семи дней становится мутной и зловонной. Я набираю волосной стеклянной трубочкой одну — две капли этого настоя; набрав, помещаю каплю на стеклянную пластинку и устанавливаю под сложным микроскопом. Установив, рассматриваю…

Заметив предварительно число плавающих в капле телец, — продолжал Тереховский, — я помещаю ее под колокол воздушного насоса. Многократно двигая поршень взад и вперед, удаляю весь воздух. Тотчас же, сняв колокол, ставлю под микроскоп каплю, лишенную воздуха. И вот я замечаю в ней те же тельца, в том же числе. Они двигаются таким же образом, как и ранее. А ведь если бы это были не живые существа, а только пузырьки воздуха, то они исчезли бы».

Как всякий подлинный ученый, Тереховский человек недоверчивый. Свой вывод он проверяет еще на одном опыте.

Он берет каплю настоя величиной с булавочную головку и распределяет ее по стеклу как можно тоньше, чтобы капелька могла быстро высохнуть. И вот, по мере того как вода испарялась, все тельца направлялись к середине капли, но их число не

уменьшалось. Когда же вся вода испарилась, они все до одного остались на стекле, хотя больше уже не двигались.

Ясно, что и в этом случае пузырьки воздуха должны были бы исчезнуть.

К капле настоя с «маленькими животными» исследователь прибавлял каплю какого-нибудь яда. Делал он это осторожно, так, чтобы яд не распространился сразу на всю жидкость. Потом наблюдал, как «животные» по мере приближения яда «убегали» к противоположным берегам своего «моря» — капли. А когда яд все же настигал их, они гибли.

Если Тереховский к капле настоя прибавлял опий, то «забавно блуждающие существа начинали, по мере приближения яда, двигаться медленнее и наконец засыпали, пораженные смертным сном». Конечно, так не могли бы вести себя ни кристаллы, ни частицы масла.

При помощи усовершенствованного микроскопа молодой ученый мог убедиться, что «маленькие животные» быстро растут, а некоторые из них имеют специальные органы движения, помогающие им передвигаться в воде.

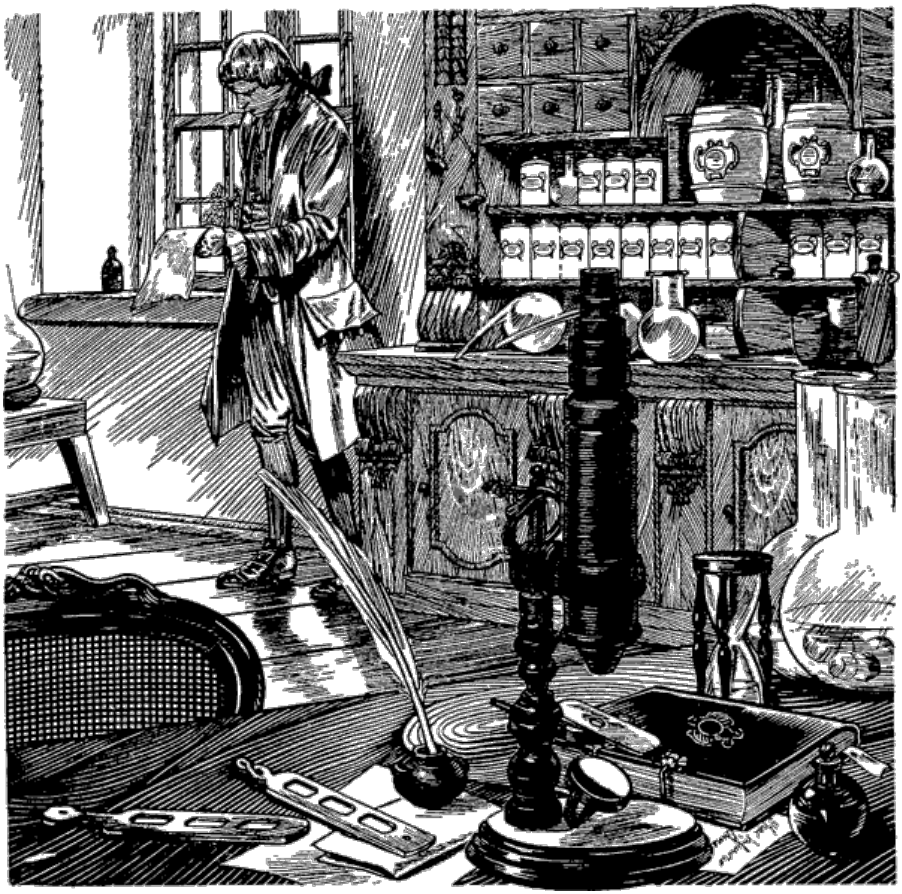
Он ставил на раскаленные угли глиняный сосуд с водой и в этот сосуд опускал другой, в котором плавали «маленькие животные». И доказал, что невидимки страдают от высокой температуры точно так, как и все прочие существа, населяющие землю.

Обо всем этом Мартын Тереховский и рассказал ученому собранию в Страсбурге.

Опыты, поставленные украинским ученым, были так просты, что их сможет ныне воспроизвести любой школьник. Но в то время это было новым словом в науке. Опыты Тереховского разрешали наконец многолетний спор. Они неопровержимо доказывали, что микроскопические тельца в капле воды — живые организмы.

Открытия Тереховского прославили его имя. А он уже ставит перед собой новую задачу. Если доказано, что «маленькие животные» живые существа, то откуда они берутся?

«Каким образом они возникают, — размышляет он, — откуда они ведут свой род? Вот загадка сфинкса, гордиев узел, вот труд, вот задача! Я приступаю поистине к труднейшему делу».



«Каким образом возникают анималькули? — размышлял Мартын Тереховский. — Откуда они ведут свой род?»

Чем закончились эти изыскания Мартына Тереховского, мы расскажем в дальнейшем. Свой же доклад в Страсбургском университете он закончил так:

«Каждый, кто причастен к наукам о природе, понимает, как много света пролило на природу созерцание ее при помощи микроскопов. Глазами, вооруженными линзой, изыскатели чудес природы познали так много удивительного!»

Он мог бы добавить, что еще больше удивительного предстоит им увидеть в будущем. Конец XVIII и начало XIX столетия были отмечены выдающимися открытиями, сделанными

с помощью микроскопа.

Ученые обнаружили, что как растения, так и животные одинаково состоят из клеток.

Русский исследователь Павел Федорович Горянинов в 1827 году доказал, что все органы высших растений — корни, стебли, листья, цветы и плоды — состоят из отдельных клеток. Через десять лет Павел Федорович открыл, что не только растения, но и тела всех животных также имеют клеточное строение. К такому же выводу пришли западноевропейские ученые Маттиас Шлейден, а потом Теодор Шванн.

Другие исследователи по-прежнему продолжали изучать мир невидимых существ. Они наблюдали и зарисовывали обитателей этого мира и вскоре убедились, что многие из них по своему строению напоминают клетки растений и животных. Но у многоклеточных растений и животных клетки плотно прилегают друг к другу, образуя единое целое — живую ткань тела. А каждое существо, живущее в капле воды, походит на отдельную самостоятельную живую клетку. Поэтому их стали называть одноклеточными, или простейшими, организмами, в отличие от многоклеточных, сложно устроенных живых существ.

Ученые заметили, что одни простейшие существа по своему строению и образу жизни походят на клетки растений, другие — на клетки животных. Это помогло разделить их на отдельные группы. В свое время Левенгук дал всем обитателям капли воды общее имя — инфузории. Теперь это название сохранилось только за одной группой.

Правда, каждая группа простейших еще включала в себя великое разнообразие существ, которых предстояло изучить. Но первые шаги в этом направлении были уже сделаны. Хаос, перед многообразием которого в свое время отступил Линней, оказался доступным систематизации и изучению.

Микроскопы между тем продолжали совершенствовать. Их стали делать из трех очень прозрачных, тщательно отшлифованных линз. Первая линза предназначалась для освещения предмета. Она собирала лучи, идущие от источника света, и направляла их на рассматриваемый предмет сильным, сосредоточенным пучком. Вторая линза микроскопа — объектив — увеличивала изображение предметов в пятьдесят — сто раз. Но для очень маленьких предметов такого увеличения было недостаточно. Поэтому изображение, даваемое объективом, надо было увеличить еще. Для этой цели в микроскоп добавляли третью линзу — проекционную.

Силу увеличения такого микроскопа легко подсчитать. Если объектив увеличивает предмет только в пятьдесят раз, а

проекционная линза в свою очередь увеличивает это изображение в двадцать раз, то общее увеличение микроскопа равняется произведению этих двух частей. Значит, микроскоп будет увеличивать предметы в тысячу раз.

В такой микроскоп можно увидеть частицу, размер которой равен всего двум стотысячным долям сантиметра. А видимое изображение этой частицы будет иметь размер в две сотые сантиметра.

Однако на пути исследователей невидимого мира вновь возникло препятствие. По мере того как увеличивалась сила микроскопов, рассматриваемая площадь делалась все меньше и темнее. Это зависело от того, что световой луч, идущий от стекла, на котором расположен предмет, не попадал сразу в линзы микроскопа. Прежде чем достигнуть линз микроскопа и глаза наблюдателя, световой луч должен был пересечь слой воздуха. А воздух в этом случае играл роль стеклянной призмы. Он рассеивал лучи света, заставляя их отклоняться в сторону. Часть лучей при этом терялась, и поле зрения под микроскопом освещалось плохо. Когда стали делать микроскопы, увеличивающие до тысячи раз, поле зрения так померкло, что изображение предмета почти нельзя было разглядеть.

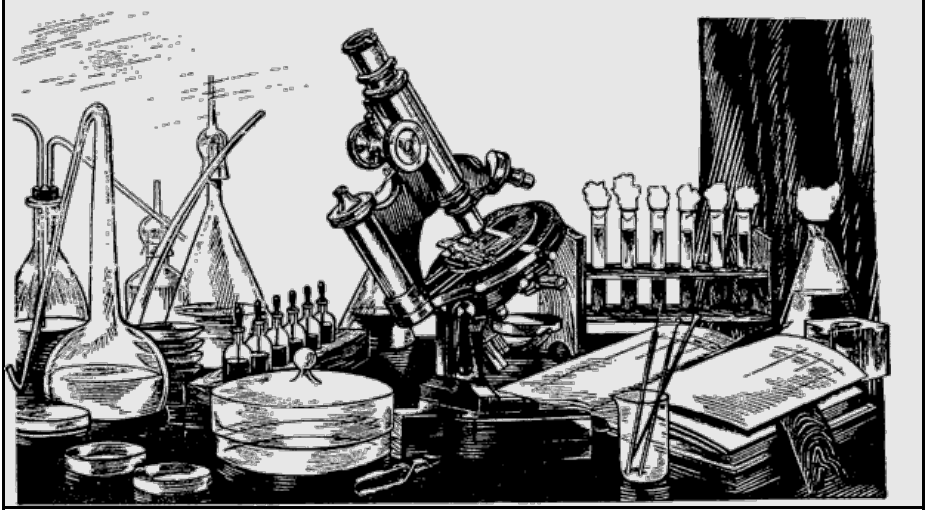
И вот вскоре обнаружили, что если поместить между рассматриваемым предметом и объективом микроскопа такую жидкость, которая по своим свойствам была бы близка к стеклу, то можно отклоняющиеся лучи сохранить в поле зрения. Сначала применяли для этой цели раствор соды, а потом кедровое или касторовое масло. Это простое изобретение дало возможность увеличить силу микроскопа более чем вдвое.

В дальнейшем изобрели еще микроскоп, в котором можно было рассматривать освещенный сбоку предмет на темном поле. Правда, сам микроскоп при этом не давал большего увеличения, но зато на темном поле удавалось заметить такие подробности, которые не увидишь на светлом. То же самое происходит, когда мы смотрим на луч света, проникший через щель в темную комнату: мы видим в этом луче такие мельчайшие пылинки, которые и в слабый микроскоп едва ли удалось бы рассмотреть.

Микроскоп невероятно раздвинул границы познания. Ведь теперь можно было увеличивать предметы в две с половиной тысячи раз. Перед человеком еще шире распахнулись заветные двери, куда впервые заглянули Кирхер и Левенгук еще триста лет назад.

Теперь и мы, следуя за учеными, можем войти в эти двери, и новый удивительный мир откроется перед нами.

Глава вторая
Друзья или враги



Одна капля воды

Перед нами — открытый путь в страну невидимок.

Каждый, кто смел и настойчив, кто не боится упорного труда и не отступает перед трудностями, может отправиться в глубь этой таинственной страны. Немало отважных охотников за невидимками уже прошли этой дорогой.

Некоторые с самого начала потеряли ориентировку, заблудились и отказались от дальнейших поисков.

Другие, наоборот, проникли далеко вперед и сделали замечательные открытия.

Третьи, встретившись с грозной опасностью и не отступив перед ней, пожертвовали своей жизнью.

Сотни людей проникали в неизведанные глубины мира невидимок. И каждый стремился пройти дальше своего предшественника. Но еще ни один человек не мог с гордостью воскликнуть: «Я прошел из конца в конец весь этот мир и увидел все, что можно было увидеть!»

Говорят, что именно эти слова крикнул с вершины высокой

скалы отважный путешественник Мак Стюарт, когда после двух неудачных попыток все же пересек весь Австралийский материк и в 1860 году достиг скалистых берегов Вандименова залива.

Гораздо более трудную задачу предстояло решить исследователям страны невидимок. Уже триста лет идут они вперед, но никто пока не смог повторить слова Мака Стюарта. Ибо невидимый мир оказался огромным, а населяющие его существа почти бесчисленны и невероятно разнообразны. Дальние окраины страны невидимок все еще плохо исследованы. И каждый, кто проникает туда, может увидеть необычайное, открыть новое.

Итак, путь перед нами свободен. Отправившись в глубь страны невидимок, мы увидим следы людей, прошедших там ранее, найдем расставленные ими опознавательные знаки, которые помогут нам не сбиться с пути.

Что же нам следует взять с собой?

Очень немного: несколько стеклянных колбочек, пять — десять пробирок, пипетки, стеклянные цилиндры с делениями на стенках, чтобы можно было отмерить сто — двести кубических сантиметров жидкости. Нужно прихватить еще штук десять плоских стеклянных чашек с крышками. И, конечно, микроскоп. Ведь именно он откроет нам дорогу в страну невидимых существ. Если все это уже припасено, можно отправляться в путь.

Дорога, извиваясь, уходит далеко вперед. Вон там она скрылась в темно-зеленой щетине леса, потом вползла на пригорок, а еще дальше, на самом горизонте, уперлась в лазоревый купол небосвода и оттого, кажется, сама стала голубой.

Солнце стоит высоко… Воздух недвижим, не шелестит лист, не колышется рожь у дороги. Только трели жаворонков да неумолчное жужжание насекомых наполняют воздух, нарушают общую тишину.

На нашем пути — старый колодец с деревянным полуразвалившимся срубом. Уже все забыли, кто и когда его вырыл. Там, на дне, — зеркальная гладь отстоявшейся, кристально чистой, холодной воды. Среди зарослей ольхи звенит маленький ручей, родившийся где-то рядом, из подземного родника.

Как приятно в знойный полдень освежить пересохшее горло ледяной ключевой водой. Вы опускаетесь на мягкий ковер зеленого мха, вы подносите в ладонях воду ко рту, вам уже кажется — вы ощущаете ее прохладу и вкус, но в этот момент в голове проносится мысль: ведь каждая капля воды населена

множеством живых существ. И ваши руки опускаются, живительная влага проливается и быстро исчезает в пористом покрове дерна.

Однако не смущайтесь. Подобное случалось не только с вами. С тех пор как ученые открыли, что в капле воды живут невидимые простым глазом существа, многие решили, что с каждым выпитым стаканом воды мы проглатываем миллионы живых организмов. И редко, кто не содрогался при этой мысли.

Но вот исследователи, вооруженные усовершенствованными микроскопами, двинулись в мир невидимок. Они установили, что вода колодцев и ключей — это только ближние окраины невидимого мира. Населены они слабо, и в каждой капле такой воды можно найти лишь единичные экземпляры «маленьких животных». Да и то не всегда.

Но продолжим наше путешествие.

Вот возле обочины дороги в небольшом углублении — лужа застоявшейся дождевой воды. В ней разлагаются различные растительные остатки: стебли трав, кусочки древесной коры, прошлогодние листья. Вода стала уже совсем мутной, от нее неприятно пахнет гнилью.

Охотники за микробами побывали и здесь. Они установили, что гниющая, мутная, вонючая вода неинтересна для исследователя. Правда, каждая капля такой воды прямо-таки набита инфузориями, но в ней нет разнообразия, присущего миру невидимок. Здесь живут только инфузории, приспособленные к жизни в гниющих растворах.

Отправимся еще дальше…

Зеленые своды из древесных ветвей сомкнулись над головой. Дорога ведет нас среди густых зарослей леса. Все громче и богаче звуками неумолчный говор птиц. Откуда-то тянет прохладой. А вот и яркий свет солнца впереди.

Мы выходим к лесному озеру. Тиха и спокойна его поверхность. Задумчиво склонилась над ней старая ива, свесив свои длинные, гибкие ветви почти до самой воды.

Поглядите в воду. Стайка старых карасей спряталась в тень под широкими глянцевитыми листьями желтых кувшинок. Карасям жарко. Они стоят неподвижно, как будто спят. Но вокруг них и в воде и по дну двигается масса мельчайших животных. Они ползают по стеблям и корням водяных растений, копошатся в зеленом растительном волокне, образованном тысячами водорослей и их мелких нитей.

Тот, кто хочет проникнуть далеко в глубь страны невидимок, должен обратить внимание на такие вот маленькие озерки, пруды и болота.

Здесь легко отыскать небольшой заливчик со стоячей водой, где цветут кувшинки, живут и копошатся крошечные рачки — дафнии, циклопы, пиявки и водяные улитки.

Это именно то, что нам нужно.

Водная гладь озера устлана зелеными листиками ряски — удивительными растениями, каждое из которых состоит всего из одного листочка. А мелководные заливчики у берегов еще свободны от такого покрова. И, как только солнечные лучи осветят все озеро, на поверхности заливчиков начинают собираться микроскопические обитатели пресных вод.

Поверхность заливчиков приобретает от этого желтый, зеленый, голубоватый, а то и красный цвет. «Вода цветет», — говорят обычно в таких случаях. На самом деле вода, конечно, не цветет, она по-прежнему прозрачна и однородна, но в воде живут мириады крошечных существ — невидимок. Многие из них окрашены в тот или иной цвет. Когда неисчислимые полчища таких существ, привлеченные теплом и светом солнца, поднимаются на поверхность озера, вода приобретает соответствующий оттенок.

Эти существа так малы, что их трудно с чем-либо сравнить. Попробуйте когда-нибудь сосчитать мелкие листики ряски, плавающие на поверхности озера. Это будет нелегко сделать — ведь их здесь миллионы, — и все же листики ряски достаточно крупны. Мы различаем отдельные листочки, даже стоя на берегу.

Человек обладает, в общем, хорошим зрением. Вблизи он может различать предметы размером в одну десятую долю миллиметра. Но это уже предел человеческого зрения. Предметы более мелкие глаз человека увидеть не может.

А величина большинства микроорганизмов измеряется не десятыми, а сотыми, тысячными, а иногда и десятитысячными, долями миллиметра.

Вот и попробуйте представить себе, сколько таких мельчайших существ должно плавать в воде залива, чтобы изменился даже цвет самой воды.

Мы подошли теперь к густо населенным районам страны невидимок и можем познакомиться с ее обитателями.

У нас есть градуированные стеклянные цилиндры. Зачерпнем одним таким цилиндром или обычным стаканом воду со дна озера. Вместе с водой в стакан может попасть немного ила и зеленой тины. Поставим стакан на солнце и подождем, пока успокоится вода и осядет на дно вся муть.

Теперь всмотримся внимательно. Мы увидим, что вода не совсем чиста. В ней взвешены какие-то белые точки. Они движутся то в одну сторону, то в другую. Нет, это не соринки,

спокойно плавающие в воде, это живые существа — великаны мира невидимок. Чтобы рассмотреть их подробней, надо воспользоваться микроскопом.

Возьмем пипеткой немного воды со дна стакана. Одну большую каплю опустим на стеклышко. Она покажется нам почти прозрачной. Сверху каплю покроем тонкой стеклянной пластинкой. Это необходимо для того; чтобы предохранить воду от быстрого испарения. Стеклышки с каплей воды поместим под объектив микроскопа.

Теперь капля воды предстанет перед нами в виде большого светлого круглого пятна. Но это не просто пятно. Это поверхность ярко окрашенного водоема. И, как во всяком водоеме, его поверхность неспокойна. По ней пробегают тонкие водяные струйки — микроскопические течения. В толще воды шныряет множество каких-то юрких созданий.

Это «маленькие животные» Левенгука. Одни из них круглые, как мячик, другие похожи на туфельку, третьи вытянуты в трубку, четвертые вертят во все стороны длинным змеевидным хвостом.

Одни суетятся и кружатся, ныряют и вновь всплывают на поверхность. Другие плывут медленно и важно, словно большие корабли на море.

Наша капля оказалась густо населенным водоемом. Его обитателям надо есть, пить и дышать. И все, что им надо, они находят здесь же, в капле воды.

Чтобы подробней рассмотреть эти крошечные существа, надо сменить объектив микроскопа, получить еще большее увеличение. Теперь капля воды стала так велика, что мы видим только незначительную часть ее.

В капле воды возвышается лес. Да, именно лес, только, конечно, микроскопический. Он напоминает нам заросли тростника в речных плавнях.

Растения в подводном лесу так переплелись между собой, что образуют почти непроходимую чащу. Здесь растут деревья самой разнообразной формы. Все они зеленые, но их окраска имеет множество тонов — от бирюзового до темно-зеленого. Невооруженному глазу они представляются в виде невзрачного зеленого волокна или ила, состоящего из тончайших шелковистых нитей. Зато как они красивы под микроскопом!

Вот поднимаются друг возле друга длинные, гибкие стволы, похожие на прозрачные колонны из горного хрусталя. Каждый ствол состоит из клеток, сложенных столбиком. Словно маленькие барабанчики нанизаны друг над другом на шнурок подобно бусам. Каждый барабанчик — клетка — внутри пуст и обтянут со всех сторон зеленым покровом.

Есть здесь стволы подводных деревьев, у которых барабанчики оплетены красивой зеленой лентой. На других стволах эта лента двойная, походит на гирлянду и поднимается винтообразно. А есть и такие стволы, где из каждого барабанчика выступают две зеленые лучеобразные звезды.

Все это микроскопические водяные растения — водоросли. Их называют нитчатками.

Рядом с деревьями подводного леса мы видим густую заросль зеленых разветвленных кустиков. Сквозь этот кустарник пробирается водяная улитка величиной меньше булавочной головки. Но здесь, в мире одной капли воды, эта улитка похожа на гору, покрытую лесом: синие и пурпурно-фиолетовые деревья пустили корни на ее раковине. Стволики этих деревьев расчленены, словно бусы из жемчуга, и разветвляются на сучья, те, в свою очередь, — на ветки, а последние — на еще меньшие веточки, похожие на маленькие малахитовые бисеринки.

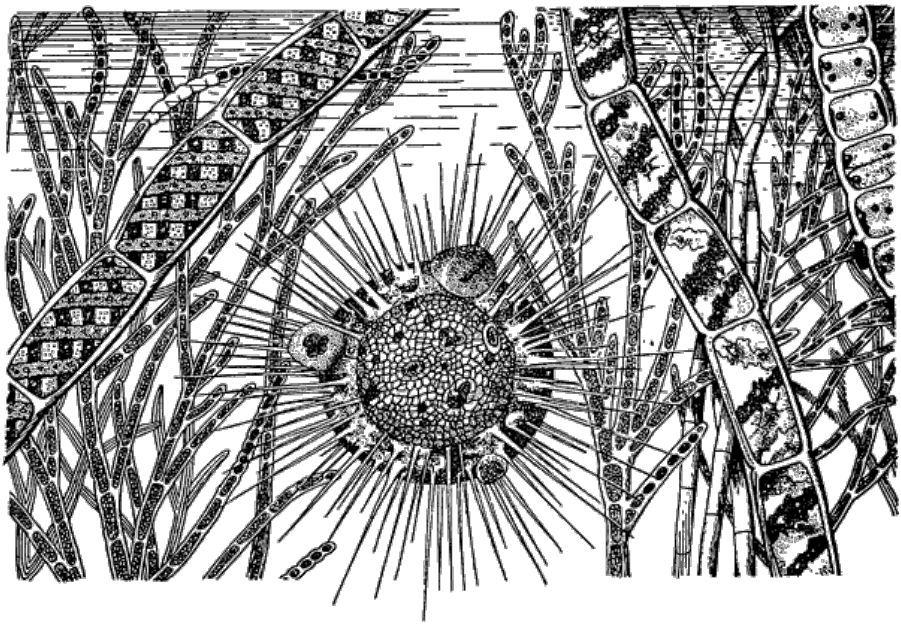
Улитка-гора уползает из поля зрения и по пути подминает под себя странный ярко-зеленый куст, каждая ветка которого оканчивается бичеобразным острием.

Здесь, как и во всяком лесу, под тенью деревьев и кустов скрывается более мелкая растительность.

У основания стволов нитчаток расстилается подводный луг. Длинные тонкие голубовато-зеленые нити тесно переплелись между собой в сплошной ковер. Каждая нить состоит из узких пластинок, лежащих друг на друге, точно столбики монет.

Но что это? На наших глазах нити распутываются и лучеобразно расправляются в стороны. Кончики нитей теперь двигаются подобно маятнику, а сами нити в это время извиваются, будто змеи — сгибаются, выпрямляются. Отдельные нити имеют винтообразную форму, похожи на пробочники. Их концы вытягиваются над поверхностью подводного луга, дрожат и вертятся во все стороны. Это тоже водоросли. Называют их дрожжалками.

В густом сплетении дрожжалок скрываются наиболее мелкие растения подводного леса. И что за удивительные растения! Большей частью это отдельные, свободно живущие клетки. Иногда несколько таких клеток объединяются в математически правильный зеленый шарик и ведут совместную жизнь. Есть здесь зеленые серпы, похожие на молодой месяц, тонкие веретенца, кружки с правильными краями, кресты, звезды, изумрудно-зеленые цепи.

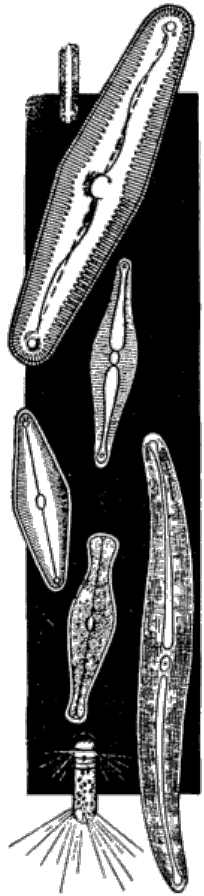


В густом лесу нитчаток скрывается хищный солнечник.

Есть в зарослях нитчатых водорослей и растения-паразиты. Если бурая кора наших деревьев покрывается зеленым мхом, то зеленые стволы водорослей обрастают, наоборот, бурыми одноклеточными организмами — диатомеями. Одни похожи на коробочки, другие — на длинные палочки с округленными или заостренными концами. Бывают диатомеи в форме дуги, а некоторые имеют вилообразные стебли, которыми и прикрепляются к водорослям.

Каждая диатомея одета в прозрачный каменный панцирь, похожий на хрустальное стеклышко, вырезанное и отграненное очень искусным ювелиром. Панцири диатомей могут быть самой различной и очень красивой формы.

Не следует, однако, думать, что все диатомеи — паразиты, существующие за счет других обитателей капли воды. Большинство диатомей живет на свободе, хорошо плавает и само добывает себе пропитание. Они похожи на тоненькие ладьи с острым носом. А вдоль их хрустального панциря, как раз посередине, проходит бороздка, подобная килю.



Различные виды диатомей.

В нашей капле много таких микроскопических корабликов. Медленно, но с силой прорезывают они воду по всем направлениям, без весел и руля, ловко скользят между стеблями нитчаток.

Вот два кораблика разогнались на просторе и несутся прямо навстречу друг другу. Еще секунда — и произойдет столкновение, хрупкие ладьи разобьются и погибнут. Но все оканчивается благополучно. Диатомеи вдруг останавливаются, почти касаясь друг друга, а затем одна круто сворачивает в сторону, а другая спокойно продолжает свой путь.

Но вот перед хрустальным корабликом поднимается большая подводная скала. Это микроскопический осколок песчинки, случайно попавший в каплю воды. Теперь-то кораблик разобьется наверняка. И вдруг происходит необычайное. Кораблик не только не терпит «крушения», а, наоборот, сама скала, поднятая какой-то силой, вдруг приходит в движение и скользит мимо диатомеи.

Удивительное поведение этих крошечных созданий вводило в заблуждение исследователей. Зоологи, изучающие строение и жизнь животных, спорили с ботаниками, посвятившими себя изучению растений. Ученые оспаривали друг у друга исключительное право на диатомей.

Зоологи доказывали, что крошечные кораблики в капле воды — животные, а ботаники упорно относили их к растениям.

Спор затянулся и в конце концов решился в пользу ботаников. Произошло это только тогда, когда ученым удалось выяснить роль зеленых растений в природе.

Оказалось, что жизнь на нашей планете не была бы так богата и разнообразна, если бы на ней не было зеленых растений. Ведь для человека и всех животных нужна пища, которая состоит из сложных органических веществ: белков, жиров и углеводов. Травоядные животные получают такую пищу — необходимые им органические вещества — в готовом виде от растений. А хищники, которые питаются не растительной, а животной пищей, получают органические вещества из мяса животных, питающихся растениями. Вот и получается, что без растений животные существовать не могут. Но если растения являются постоянным источником питательных веществ для животных, то откуда сами растения добывают эти вещества? Ведь из почвы они получают только воду и минеральные соли, а не жиры, белки и углеводы.

Несколько поколений ученых бились над этой задачей. И в конце концов ответ был найден: растения сами готовят для себя необходимые им органические вещества.

В окружающем нас воздухе всегда есть примесь углекислого газа — соединения углерода с кислородом. И вот листья растений улавливают из воздуха углекислый газ. В небольшом количестве он доставляется в листья также корнями, вместе с водой и минеральными солями. Из углекислого газа, а также из воды и минеральных солей в листьях образуются органические вещества.

Таким образом, каждый зеленый листок представляет собой чудесную лабораторию, где происходит превращение неорганических веществ природы в органические, необходимые для построения живых тканей организма.

Шаг за шагом проникали ученые в тайны растений. Все яснее рисовалась картина того, как углекислый газ улавливается зеленым листом. Для современной науки в этом процессе уже нет почти ничего таинственного.

Тысячи микроскопических клеток слагают живую мякоть листа. И в каждой клетке есть зеленые зерна замечательного вещества — хлорофилла. Зерен так много, что благодаря им растение приобретает зеленую окраску. Именно это и означает

греческое слово «хлорофилл». В переводе на русский язык «хлорофилл» — это «листовая зелень».

Здесь, в хлорофилловых зернах, и происходит образование органических веществ. Упадет на лист свет солнца — и хлорофилловые зерна тотчас приходят в движение. Жадно ловят они энергию солнечных лучей и с ее помощью совершают сложную работу. Вода, доставляемая корнями и стеблями, разлагается в листьях на две части: на кислород и водород. Кислород выделяется в воздух, а водород соединяется с углекислым газом, добытым из воздуха. Полученное химическое соединение из кислорода, водорода и углерода все более усложняется. К нему присоединяются еще минеральные соли, принесенные из почвы вместе с водой. В результате сложных химических превращений образуются сахар и крахмал, белок и жиры. Из этих веществ строятся клетки стебля, листьев, корней, цветков и плодов.

Всюду, где есть зеленые растения и куда достигает солнечный свет, ежедневно каждый час, каждое мгновение происходят подобные чудесные превращения веществ.

Дремучая хвойная тайга на севере, лиственные леса и луга умеренной полосы, непроходимые джунгли тропиков и зеленый мох тундры, поля и сады, возделанные человеком, покрывают сушу земного шара. И не только сушу. В воде также живут зеленые растения. У берегов, на дне морей и океанов колышется пышная растительность подводных лугов — большие и мелкие зеленые водоросли. А в воде плавают мириады мельчайших водорослей-карликов. Они также несут в себе хлорофилловые зерна и, следовательно, совершают ту же работу, что и большие деревья.

Так мы вновь вернулись к загадке микроскопических существ — диатомей. Каждая диатомея — только крошечная, свободно живущая клетка, заключенная в прозрачный каменный панцирь. Но в каждой такой клетке обязательно присутствуют зерна хлорофилла.

Значит, диатомеи — растения, а точнее — одноклеточные водоросли. Когда падает на них свет солнца, они создают органические вещества из неорганических. В природе диатомеи играют ту же роль, что и огромные деревья в дремучем лесу.

Правда, дерево велико. Бывают деревья, которые поднимают свои вершины на стометровую высоту. А диаметр диатомеи не превышает одной сотой миллиметра. Нужно уложить в один ряд сто диатомей, чтобы занять лишь один миллиметр пространства. Можно ли сравнивать такие ничтожные существа с великанами наших лесов?

Оказывается, можно. Потому что диатомей очень много. Каждая капля воды — для них целый пруд, в каждой капле их может поместиться сотни и тысячи. А сколько таких капель во всех реках, озерах, прудах, морях и океанах!

Размножаются диатомеи делением, и очень быстро. При благоприятных условиях потомство одной диатомеи через десять часов превышает полмиллиона особей. При такой способности к размножению диатомеи в короткий срок заселяют все водоемы и всюду накапливают органические вещества.

Народная пословица говорит: «Мал золотник, да дорог». Это с полным основанием можно сказать и о диатомеях. Каждая из них очень мала, а все вместе они совершают работу едва ли не бóльшую, чем все леса, покрывающие сушу.

А теперь продолжим наше путешествие в капле воды.

Хрустальные остроносые ладьи диатомей по-прежнему снуют в зарослях нитчаток. И, если запастись терпением и внимательно наблюдать, можно увидеть занимательную картину размножения нитчатых водорослей. Отдельную нитчатку можно рассмотреть только в микроскоп. И все же это уже многоклеточная водоросль. Каждый из барабанчиков, составляющих нить водоросли, — отдельная клетка. И вот одна клетка вдруг вскрывается посередине, словно коробочка. Из образовавшегося отверстия выплывает спора — крошечный зеленый шарик. На наших глазах на поверхности этого шарика выпячивается маленькая бесцветная головка с клювиком, а вокруг нее отрастает венчик длинных ресничек. Они начинают быстро двигаться, зеленый шарик принимает яйцевидную форму и, вращаясь вокруг своей оси, плывет. Повсюду в капле воды снуют такие зеленые шарики. Их так и называют: «блуждающие клетки» или «бродяжки». На головках бродяжек горит красный рубиновый глазок. Это как бы компас, при помощи которого блуждающие клетки отыскивают свет. Повернувшись к свету головкой с красным глазком, бродяжки роями собираются в наиболее освещенной части капли и здесь как бы замирают. Они не движутся, их головки превращаются в бесцветные корешки, которые прикрепляются к какому-нибудь предмету в воде. А тело бродяжек вытягивается и делится на ряд члеников — клеток. Так вырастает новая нитеобразная водоросль.

Конечно, далеко не каждой бродяжке удается отыскать подходящее место для прорастания. Поэтому водоросли выбрасывают в воду огромное количество блуждающих клеток. Если бы все они развивались в новые растения, то в океане не хватило бы для них места. Но в том-то и дело, что бóльшая часть блуждающих клеток гибнет, попадая на обед голодным

микроскопическим животным.

В освещенной части капли, где всегда много бродяжек, — настоящая давка. Масса обитателей микромира находит здесь для себя пропитание.

Вот кружатся, будто играют, большие воронкообразные существа. Это зеленые, голубые, черные и бурые трубочки. Все они заняты поисками пищи.

Чем же они питаются? Присмотримся к маленькому животному жемчужного цвета с широко открытой щелью рта. Тело животного прозрачно, и внутри хорошо видны проглоченные зеленые шарики, звездочки, серповидные тельца, которых мы находили на подводных лугах.

А рядом — еще более мелкое существо. Оно жадно глотает нити водорослей, хотя они много больше его самого.

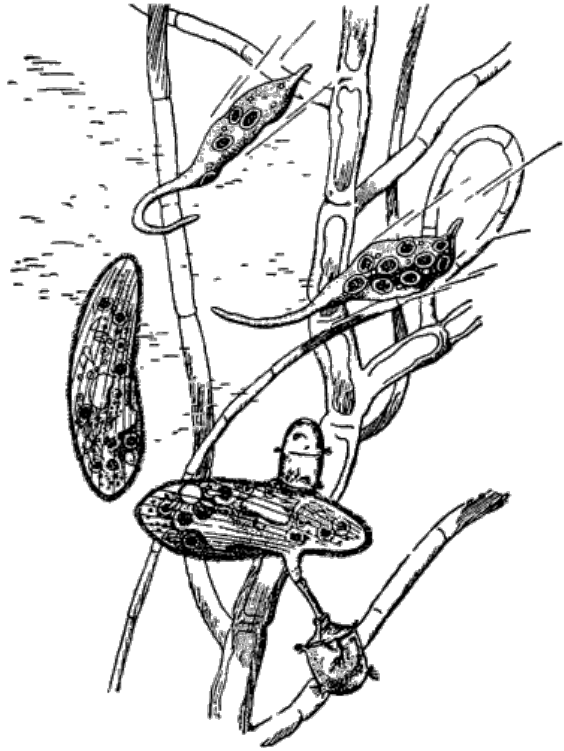
Все это — растительноядные животные. Особенно много здесь инфузорий-туфелек. Свое название они получили за форму, напоминающую туфлю. Каждая туфелька — только одна свободно живущая клетка, но уже довольно сложно организованная. Она покрыта толстой оболочкой, имеет ротовое отверстие с глоткой. Тело туфельки окружено бахромой — тысячами тонких ресничек.

Быстро двигая ресничками, словно веслами, туфельки снуют в воде по всем направлениям, отыскивая себе пищу — бродяжек и другие микроскопические растения. Но подводный лес таит немало опасностей.

Посмотрите, как быстро движется среди стаи туфелек маленький бочонок с острым хоботком. Это хищная инфузория-дидиниум. Догнав туфельку, дидиниум крепко присасывается к ней. Туфелька — великан по сравнению с хищником. Но он держится крепко. Продолжая быстро плавать, туфелька лишь увлекает за собой врага.

Медленно, но неуклонно дидиниум поглощает тело своей жертвы, и маленькая живая клетка — туфелька — постепенно исчезает.

А вот другие микроскопические хищники — инфузории-дилептусы. Они не могут плавать так быстро, как туфельки и дидиниумы. Зато заостренное, гибкое тело дилептуса хорошо приспособлено к его образу жизни. Длинный хоботок снабжен особыми стрекательными органами, которые выпускают яд и парализуют добычу.



В подводном лесу таится немало опасностей. В середине плавают две ресничные инфузории-туфельки. К верхней туфельке приближаются две хищные инфузории-дилептусы. На нижнюю напали два прожорливых дидиниума.

Дилептус нападает на туфельку. Он только слегка касается ее, и туфелька замирает. Она жива, но уже не двигает ресничками, не может уйти от хищника. Сильными ударами хоботка дилептус рвет мягкое тело своей жертвы, не спеша заглатывает кусок за куском.

С трудом пробиваемся мы в толпе снующих инфузорий и попадаем в тенистую часть капли. Здесь уже не так тесно.

Прямо на нас плывет странное животное, напоминающее лебедя. Его так и называют «лебедка». Она беспрерывно вытягивает, сгибает, повертывает во все стороны свою длинную шею. Потом, чего-то испугавшись, бросается в бегство.

Лебедку преследует чудовище. Это коловратка. Посередине ее длинного тела с раздвоенным хвостом открывается и захлопывается ужасная пасть, свидетельствующая о прожорливости своего хозяина. Два огненно-красных глаза чудовища устремлены на добычу. А голова снабжена странным

органом, похожим на два колеса, которые беспрерывно вращаются. Из-за них коловратка и получила свое название.

В странах, где водятся большие змеи — удавы, рассказывают, что птицы не могут выдержать взгляд змеи и в ужасе сами бросаются в ее пасть. Поверить в это трудно, так как никто никогда сам ничего подобного не видел.

А вот в капле воды увидеть можно. Микроскопические животные и растения бросаются в пасть коловратки так, словно они притягиваются магнитом.

Если внимательно присмотреться, можно понять, отчего это происходит. То, что мы приняли за вращающиеся колеса на голове коловратки, представляет собой два плоских круга, усаженных правильными рядами ресничек. Ряд за рядом реснички то опускаются, то поднимаются вновь. Это и создает кажущееся вращение колеса.

Беспрерывно движущиеся реснички образуют вокруг головы коловратки настоящий водоворот, словно колеса парохода. Все, что находится по соседству, увлекается в этот водоворот и попадает в пасть хищника.

Наша лебедка, несмотря на все усилия, тоже не смогла вырваться из водоворота. Половина ее тела уже раздроблена в пасти чудовища. Но вот жертва делает еще одно усилие и ускользает. Это только искалеченная половинка когда-то такой красивой лебедки. «Конечно, — подумаете вы, — она обречена на гибель».

Но странное дело! Как только лебедка, вернее ее остатки, попадает в более спокойную воду, зияющая рана закрывается, и остатки животного продолжают спокойно плавать, будто ничего не случилось. Проходит еще некоторое время, и мы с удивлением убеждаемся, что недостающая часть туловища лебедки отрастает снова.

Но, быть может, подобное «чудо» может произойти только с лебедкой? Ничего подобного. Способностью восстанавливать утраченные части тела обладает большинство микробов.

Путешествие продолжается

Итак, при помощи микроскопа мы путешествуем в капле воды. И все более убеждаемся, как многообразен мир невидимок.

Вот лежит маленький комочек полупрозрачных песчинок. Они так малы, что даже через линзы микроскопа трудно

разглядеть каждую песчинку. Во всем остальном это обычные, ничем не примечательные камешки. Но если вы будете терпеливо наблюдать, то заметите, что комочек начнет двигаться то в ту, то в другую сторону. Между тем вокруг не происходит ничего, чем можно было бы объяснить это движение. Значит, причину надо искать внутри самого комочка песчинок. И действительно, там, внутри, скрыто одно из удивительных животных, которое называют «корненожкой».

Комочек песчинок — это раковинка корненожки. Форма раковинки может быть различной. Бывают раковинки в виде груши, шарика или шляпы с отогнутыми вверх полями. Бывают и такие корненожки, у которых раковинки сложены не из песчинок, а из раковинок других, еще более мелких животных.

Корненожка сама строит для себя свой маленький домик и проводит в нем всю свою жизнь. Песчинка склеивается с песчинкой и пригоняется одна к другой так аккуратно, словно камни хорошей мостовой. В домике корненожки есть даже небольшое окошечко. В него животное может высовывать свои «руки» и «ноги» и с их помощью передвигаться с места на место или захватывать пищу.

Это странное существо — корненожка. Она представляет собой бесформенную капельку протоплазмы, спрятанную в каменном домике (увеличение в 150 раз).

Конечно, «руки» и «ноги» корненожки совсем не походят на ноги или лапы каких-либо животных. У обитателей песчаного домика нет не только рук и ног, но нет головы, рта, сердца, желудка. Вся корненожка только крошечный комочек слизистого вещества — протоплазмы. Это полужидкое, тягучее и клейкое вещество вроде яичного белка наполняет все живые клетки как у растений, так и у животных.

Тело корненожки представляет собой одну бесформенную капельку протоплазмы, спрятанную в каменном домике. Капелька живая. Она растет, может менять свою форму, двигаться, принимать и переваривать пищу, размножаться. Эта капелька сама построила для себя раковинку из песчинок, сама подбирала

их и склеивала одну с другой.

Профессор А. Г. Генкель почти всю свою жизнь изучал корненожек. Он отыскивал и описывал их одну за другой и все же успел исследовать только меньшую часть этих удивительно разнообразных микроскопических животных.

Ученый очень любил своих корненожек и рассказал о них живо и интересно. Вот несколько строк из его книги:

«Представьте, что вы посадили на лист бумаги кляксу. Если капля чернил была достаточно велика и если вы стряхнули ее с силой, то от удара о бумагу она растечется мелкими брызгами во все стороны. Вы получите на бумаге не правильное круглое пятно, а такое пятно, из которого во все стороны расползутся короткие выступы.

Точно такие выступы вытягиваются из полужидкого тела корненожки. Они высовываются из окошечка раковинки, разветвляются, как корни растения, и заменяют корненожке ноги и руки. Эти выступы так же жидки, как и все тело корненожки.

Попадется под такую „ногу“ или „руку“ что-либо съедобное, и „нога“ сейчас же прилипает к предмету, облипает его со всех сторон. Через две-три минуты мелкая крупинка пищи оказывается уже внутри полужидкой „ноги“. Так корненожка „глотает“ пищу. Крупинка мало-помалу перемещается из „ножек“ внутрь тела животного и там переваривается. Она растворяется, изменяется, превращается в такое же слизистое вещество, из которого состоит тело корненожки.

Если вместо съедобной крупинки под выступ тела корненожки попадается песчинка, то и она перейдет внутрь тела животного. Но несъедобную песчинку корненожка только проглатывает — переварить твердый камешек она, конечно, не может. Через две — три минуты песчинка будет снова вытолкнута из тела корненожки.

Из таких вот проглоченных песчинок, выделяемых на поверхность тела животного, и строится раковинка.

Липкое вещество, выделяемое корненожкой, склеивает песчинки друг с другом, как цемент склеивает кирпичи в стене дома.

Корненожка ползает, пролезает между соринками, зарывается в ил, выползает из него, взбирается по ниточкам тины, выбирается на поверхность воды.

Все это делается при помощи тех же выступов тела, которыми корненожка захватывает пищу и песчинки. Вытянет одну „ножку“, прилепится кончиком к какому-нибудь камешку или другому предмету и снова, вбирая ее внутрь себя, подтягивает к этому предмету свое крошечное тельце. Медленно, не торопясь ползает

корненожка по дну водяной капли. Так и проходит ее жизнь. Она так же проста, как и само животное».

И все же описанная корненожка еще не самая простая. Самых простых корненожек называют амебами. У них нет даже раковинки из песчаных крупинок. Амеба — это голый комочек протоплазмы, который постоянно меняет свою форму. То сожмется в шарик, то вытянется, то выпустит из своего тела во все стороны множество отросточков и станет похожим на звездочку.

Амеба движется так же, как и корненожка, имеющая раковинку, и точно так же питается. Но амебы обычно крупнее корненожек, их тело открыто и доступно наблюдению. В прозрачном теле амебы хорошо заметно тельце поменьше, обычно круглой или овальной формы. Это ядро — наиболее важная часть живой клетки.

Амеба питается и увеличивается в объеме. Достигнув предельного роста, она размножается делением. Вначале делится ядро, а потом посередине тела животного образуется перетяжка, словно амебу перетянули петлей, которая затягивается все туже и туже. Наконец амеба разрывается на две части, и каждая половинка становится новой молодой амебой. Спустя короткое время молодые амебы вырастают и снова делятся.

Если внимательно «прочесать» подводный лес нитчаток, можно отыскать притаившегося в засаде солнечника. Это светлый шар, из которого во все стороны отходят длинные лучи. Обычно солнечник сидит не двигаясь, и его легко можно принять за безжизненное тело. Но вот вблизи промелькнула инфузория. Она коснулась нитевидных лучей солнечника, и они внезапно охватывают ее, словно десяток крепких арканов. Чем больше бьется инфузория, тем сильнее запутывается в клейких нитях. А лучи между тем втягиваются, и добыча все плотнее прижимается к телу хищника. В том месте, где инфузория прикасается к солнечнику, его тело прогибается внутрь так, что вскоре пойманная инфузория исчезает, точно в кармане, где она и переваривается.

Можно ли придумать существо более странное, чем солнечник? Каждая точка его тела может превратиться в рот и в желудок. Эти органы образуются тогда и там, когда и где возникает в этом надобность.

Вы, конечно, не забыли, что все это мы видим в одной капле воды.

Мы можем также стать очевидцами страшной катастрофы, которая уже надвигается на невидимый мир. Ведь капля раньше или позже должна высохнуть. И вот смерть уже настигает

обитателей подводного леса.

Зеленые нитчатые водоросли быстро высыхают, их роскошные клетки с зелеными гирляндами съеживаются, поникают. Многочисленные животные, населявшие подводный лес, гибнут подобно рыбам, выброшенным на берег. Нежные тельца инфузорий лопаются от засухи и растекаются в бесформенную массу.

Мы находимся теперь в мертвой пустыне, где еще недавно кипела жизнь, деятельная, богатая красками и формами.

Но действительно ли неумолимая смерть истребила всех обитателей капли воды?

Оказывается, нет. Многие инфузории не погибли. Они съежились в гладкие шарики и, как гусеницы в коконе, окружили себя покровом из выделенной ими слизи. Покров этот высох, стал плотным и прочным. Внутри такой ка́псулы животное может находиться в состоянии скрытой жизни, словно семя растения в плотной кожуре. Оно может выдержать и засуху, и жару, и мороз.

Не погибла и коловратка. С приближением засухи она втянула голову, ножки и колеса с ресничками, как улитка втягивает свои рожки. Потом коловратка свернулась в шарик и погрузилась в сон. Она может высохнуть, а искра жизни все же будет теплиться в ней.

Таким же образом спасли себя многие другие обитатели капли воды.

Как только на это место вновь упадет капля воды, в ней тотчас пробудится новая жизнь. Животные внутри сухих скорлупок начнут шевелиться, а потом вращаться все быстрее и быстрее, до тех пор, пока не разлетится скорлупка. И вот уже инфузория по-прежнему плавает в поисках пищи. А пройдет еще немного времени, и она разделится на две. Все будет по-прежнему.

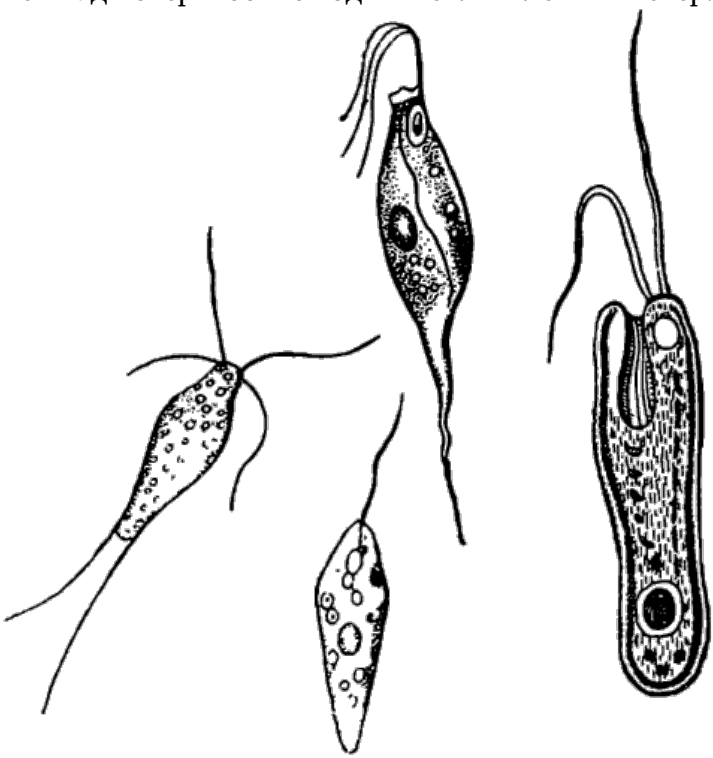
Коловратки также разбухают, вытягиваются и уже через час начинают охотиться за добычей, двигать своими страшными челюстями, вертеть колесами. Немного спустя они начнут размножаться, откладывая яйца, из которых вскоре выйдут живые детеныши.

Прорастут споры водорослей, — и новый зеленый лес нитчаток вырастет на месте погибшего. Правда, теперь население капли воды будет беднее видами, чем раньше, зато это позволит нам увидеть то, чего раньше, в тесноте, мы могли не заметить.

Мы увидим, что не у всех инфузорий тело покрыто ресничками. Есть и такие, которые вместо ресничек имеют один или два жгутика. Маленькие гибкие хвостики, словно бичи, хлещут во все стороны. Они гораздо длиннее ресничек и служат

одновременно и веслами и рулем.

Такие инфузории называют жгутиковыми и биченосцами. Они много мельче ресничных инфузорий. Поэтому мы раньше и не обратили на них внимания. Зеленоватые жгутоносцы плавают, покачиваясь из стороны в сторону, сталкиваются, расходятся и снова собираются кучками. Они снуют у нас перед глазами, точно рой мошек над поверхностью воды в теплый летний вечер.



Биченосцы вместо ресничек снабжены одним или несколькими гибкими хвостиками, которые служат им вместо «рук» и «весел».

Мы назвали биченосцев инфузориями. Так ли это? Когда зоологи и ботаники спорили о том, что такое диатомеи, вопрос решился в пользу ботаников. А что такое жгутоносцы, решить гораздо труднее.

Многие жгутоносцы живут и как растения и как животные. Они питаются готовыми органическими веществами и могут даже заглатывать твердую пищу, как и другие инфузории, но они же могут сбрасывать свои жгутики и таким образом превращаться в неподвижные тельца. Они зелены, так как несут в себе хлорофилловые зерна, и поэтому способны сами, с помощью солнечного света, готовить себе пищу. В это время жгутоносцы

очень похожи на мельчайшие водоросли. Значит, таких жгутоносцев можно назвать с одинаковым правом как растениями, так и животными. Половину жизни они проводят как настоящие растения, половину — как животные.

Быть может, в отдаленные времена существа, похожие на жгутоносцев, и проложили мостик между миром растений и миром животных.

Предоставим этим маленьким существам жить их странной, двойной жизнью и обратим внимание на необычайную картину, которая открылась перед нами.

На подводном лугу распустились цветы, похожие на колокольчики.

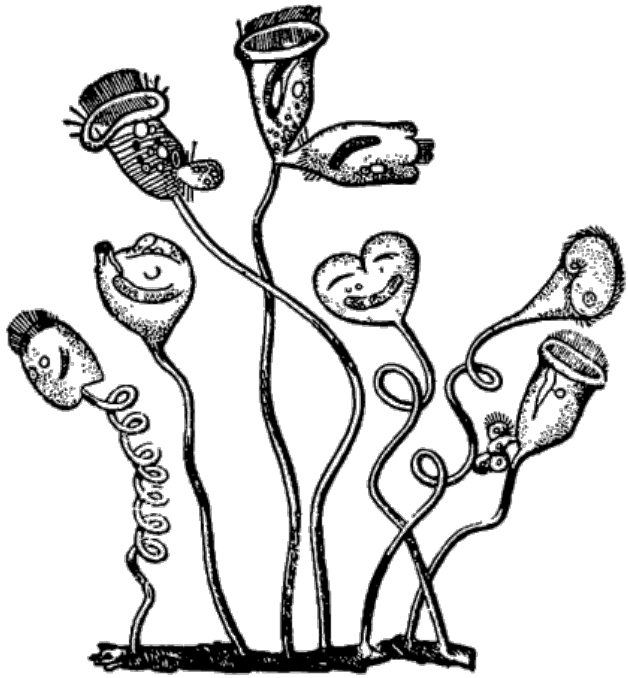
Не мираж ли это? Откуда могут быть цветы в капле воды? Ведь водоросли не цветут. А между тем перед нами висят на длинных черенках нежные колокольчики. Они постоянно раскачиваются, словно под дуновением ветра. Вот рядом появляется хищник, и наши «цветы» немедленно приходят в движение. Их длинные цветоножки винтообразно сворачиваются наподобие растянутой спиральной пружины, которая мгновенно сжимается. Колокольчики теперь недоступны для врага. Но как только минует опасность, они снова вытягиваются.

Что же это такое? Это инфузории-сувойки. Они приспособлены к сидячему образу жизни. Их «колокольчики» снабжены ртом, а по верхнему краю «венчика» расположены движущиеся реснички, которыми сувойки постоянно подгоняют ко рту воду вместе с пищей.

Бывают такие сувойки, которые выделяют прозрачное вещество, застывающее, словно воск. Из него инфузории строят для себя светлый домик, открытый сверху. Высунувшись из домика, они подгоняют к себе воду, а в случае опасности прячутся в домик так быстро, что за их движением невозможно уследить.

Постараемся теперь подсмотреть, чем питаются сувойки. Но сколько мы ни ждем, как ни напрягаем зрение, увидеть ничего не можем, кроме прозрачной воды, струящейся в водовороте между ресничками животных. Видимо, пища сувоек так мелка, что остается недоступной нашему зрению.

Сувойки, как и многие другие инфузории, питаются бактериями. Этих мельчайших обитателей микромира Левенгук находил в своем рту, видели их и другие исследователи. Однако хорошо рассмотреть бактерии можно только в очень сильные микроскопы.



Похожие на цветы инфузории-сувойки приспособлены к сидячему образу жизни.

Наши старые знакомые, коловратки, — очень мелкие существа. В коробочке размером в один кубический сантиметр их поместилось бы тысяча миллионов.

Еще мельче блуждающие клетки — бродяжки. Это самые маленькие жители подводного леса, которых мы видели. Ученые даже подсчитали, что, если бы на Земле число блуждающих клеток не превышало полтора миллиарда, то все они поместились бы в одной увесистой капле воды.

А некоторые бактерии еще мельче.

Посмотрите на вашу линейку, где самые мелкие черточки обозначают тысячные доли метра — миллиметры. Чтобы представить себе величину мелких бактерий, надо разделить такую черточку еще на пять тысяч долей. Если даже считать, что бактерии среднего размера достигают величины в одну тысячную миллиметра, то и тогда в каждом кубическом миллиметре уместится миллиард бактерий.

Мы смогли рассмотреть простейшие организмы — водоросли, инфузории, корненожки, — когда микроскоп увеличил каплю воды до размеров просторного водоема. Чтобы совершить путешествие среди этих организмов, нам пришлось бы уменьшиться до едва заметной глазу песчинки.

А для того чтобы рассмотреть бактерий, микроскоп должен увеличивать предметы в тысячу, в две тысячи и более раз. Капля воды при таком увеличении станет большим озером. И всюду, куда бы ни обратился наш взор, мы увидим тысячи странных существ разной формы и величины, которые вертятся, танцуют и носятся перед нами.

Есть здесь живые шарики и палочки, есть извивающиеся нити, вроде тончайших змеек, которые быстро проскальзывают перед глазами, есть нити покороче, свернутые штопором и словно ввинчивающиеся в воду. Особенно много палочек. Они то короткие, то длинные, то прямые, то изогнутые, вроде запятой. Одни палочки только дрожат и толкутся роем на одном месте. Другие, более толстые, оживленно носятся по всем направлениям, кувыркаются и вертятся. И, если приглядеться, можно заметить, что у этих палочек тоже есть тончайшие жгутики, которые, как и у блуждающих клеток, работают, словно весла.

Иногда жгутик только один. У других жгутики сидят пучком на одном или обоих концах тела. А есть и такие, которые все покрыты жгутиками и тогда напоминают противных мохнатых многоножек.

Некоторые шарики собираются в шаровидные скопления или в кучки, похожие на виноградные грозди, а палочки иногда сцепляются в ниточки и цепочки и тогда движутся все вместе, точно в хороводе.

Эти существа — бактерии. Ученые относят их к миру растений. Все они, независимо от своей формы, имеют очень много общего. Каждая палочка и каждый шарик представляют собой пылинку живого вещества — протоплазмы. Сверху она покрыта тончайшей оболочкой, точно пленкой.

Каждая бактерия — только одна клетка. Но устроена она весьма своеобразно. Внутри бактерий нет даже ядра, которое присутствует в клетках всех одноклеточных и многоклеточных организмов. У бактерий ядерное вещество равномерно распределено по всему их телу.

Среди бактерий есть «карлики» и «великаны». Правда, в этом мире мельчайших из мелких понятие «великан» весьма условно и может быть понятно только в сравнении. Так, например, в одной большой капле воды может поместиться более сорока миллионов бактерий «великанов». А бактерий-«карликов» в той же капле легко уместится более миллиарда.

Размножаются бактерии делением. И, если условия благоприятны, потомство бактерий увеличивается почти с неправдоподобной быстротой.

Палочки или шарики делятся на две равные части, половинки

растут, потом, в свою очередь, делятся. Деление может происходить каждые двадцать минут. Но если бактерия станет делиться только раз в полчаса, то и тогда через час будет уже четыре бактерии, а через два часа — тридцать две.

Если размножение бактерии продолжится в таком же темпе, то нетрудно подсчитать, что через двенадцать часов одна бактерия даст потомство в 16 777 216 бактерий. Пройдет только двадцать часов, и потомство одной бактерии составит число из двенадцати знаков — 191 667 200 000.

И все же бактерии так малы, что даже такое огромное количество их будет весить всего 80 миллиграммов. Но еще через двадцать часов вес размножившихся бактерий будет равен уже 18 841,6 тонны. Такого количества бактерий достаточно, чтобы загрузить до отказа большой товарный вагон.

Если бы все бактерии размножались с такой быстротой, то они быстро заполнили бы все пресные и соленые водоемы, сплошным слоем покрывали бы материки. На Земле не осталось бы места для других существ. Однако в действительности это не происходит.

Чтобы бактерии могли жить, расти и размножаться, им, как и всем другим существам, нужны пища, влага, тепло. А это имеется не всегда и не везде.

Неблагоприятные условия задерживают развитие бактерий, их пожирают более крупные животные. Гибнут бактерии и в борьбе с другими видами микробов. Однако и тогда, когда наступает засуха или мороз, когда нет пищи, не все бактерии гибнут. Многие очень хорошо приспособились к изменяющимся условиям жизни.

Если ухудшаются условия существования, в теле бактерий образуются один — два небольших светлых шарика. Они растут и в тот момент, когда бактерия разрушается, выпадают из ее тела. Это зародыши бактерий — споры. Шарики покрыты плотной оболочкой и хорошо переносят и засуху и самую сильную стужу. Пищи спорам тоже не надо: жизнь в них едва-едва теплится.

Попадут такие споры в подходящие условия и сразу разбухают. Оболочка лопается, а сама спора вытягивается и превращается в бактерию. И вновь все происходит сначала: бактерия растет, потом начинает делиться и за короткое время дает многочисленное потомство.

На этом заканчивается наше воображаемое путешествие в капле воды. Но еще далеко не закончено исследование страны невидимок. Мы много видели и узнали. Мы наблюдали жизнь простейших растений и животных, населяющих каплю воды, познакомились с мельчайшими существами — бактериями. Вот

они, таинственные шарики и палочки. Они по-прежнему носятся перед нами. В одиночку и сцепившись в кучки и длинные цепи, плывут они в причудливом хороводе.

Мы уже знаем кое-что о них, и это пригодится нам в дальнейшем.

И все же мы многого еще не видели. Ведь одних только инфузорий насчитывают в настоящее время до трех тысяч видов. А бактерий еще больше. Многие из них не открыты до сих пор. Ведь бактерии очень малы. Поэтому не только изучать, но и обнаружить их очень трудно. Да и заниматься бактериями ученые начали позже, чем охотой за простейшими.

«Какой интерес могут представлять для исследователя бактерии? — думали ученые. — Эти существа слишком ничтожны! Разве они могут играть какую-либо роль в природе?»

Прошло много лет, прежде чем люди поняли, какое это было жестокое заблуждение.

Неожиданные помощники

Летнее жаркое солнце садилось за свекловичными полями, охватившими широким зеленым поясом небольшой французский городок Лилль.

Августовский вечер 1854 года был очень ясный и очень тихий, именно такой, каким ему и надлежит быть в это время года на юге Франции. Он ничем не отличался от таких же вечеров до него и после, но именно в этот вечер было положено начало событиям, ставшим новой вехой на пути исследователей страны невидимок.

Итак, вечером, в предзакатный час, к воротам небольшого домика с палисадником на одной из тихих улиц города подошли с решительным видом несколько мужчин с увесистыми тростями в руках. Громким стуком они подняли обитателей скромного особняка от послеобеденного отдыха.

Жители города Лилля смогли бы рассказать вам, что здесь собрались известные владельцы местных сахарных и винокуренных заводов и что они стремятся проникнуть в жилище молодого ученого-химика, профессора местной педагогической школы Луи Пастера.

Однако не бойтесь за судьбу ученого. К нему пришли не громилы, они не потащат его по наущению святой церкви на жестокую расправу. Горожане собрались здесь с самыми добрыми намерениями.

Ведь с тех пор, как монах Афанасий Кирхер впервые заглянул в мир невидимых существ, прошло без малого двести лет. И в мире за это время многое изменилось. Наука давно вышла за пределы темных монастырских келий. А ученым уже не нужно было скрываться под монашеской рясой.

Произошло это не случайно. Открытие Америки, занятие европейцами богатых островов в южных морях, в Тихом и Атлантическом океанах, освоение новых морских путей в Индию и другие страны — все это способствовало развитию торговли и промышленности. А для того чтобы открывать новые страны, успешно торговать и строить заводы и фабрики, нужна была помощь науки.

Дорогу в беспредельном океане могли указать только солнце и звезды. А для этого необходимы были ученые-астрономы.

Для сбыта товаров нужно было открывать новые страны, и это делали отважные путешественники-географы.

В середине XIX века на заводах и фабриках уже работали паровые машины, по железным дорогам бежали первые локомотивы. А чтобы делать и совершенствовать машины, нужны были не только изобретатели-инженеры, но и ученые-физики.

Сырье для заводов давало сельское хозяйство. Но, для того чтобы получать высокие урожаи зерна и овощей, свеклы и картофеля, льна и конопли, нужно было знать строение растений, их потребности в пище. Это тоже могли сделать только ученые.

Купцы и фабриканты уже хорошо знали цену науке. Занятие наукой в те времена стало почетным делом, а ученые — уважаемыми людьми.

Поэтому заводчики города Лилля пришли к профессору химии Луи Пастеру не для того, чтобы избить его своими палками, а чтобы попросить о помощи.

— Мы хотели бы жить с вами в дружбе, профессор, — сказали владельцы заводов. — Помогите нам повысить содержание сахара в свекле.

— Найдите способ получать больше спирта из зерен и свеклы, — добавили винокуры, — и мы позаботимся о том, чтобы у вас ни в чем не было недостатка.

«Мы хотели бы жить с вами в дружбе, профессор!» — сказали владельцы заводов.

Мы не знаем, что говорил Пастер. Но он согласился. И не только потому, что действительно нуждался в деньгах для оборудования своей лаборатории, но и потому, что сам считал, что наука должна служить решению практических задач.

Сын кожевника Луи Пастер был ученым по призванию. Он стал химиком и в двадцать лет сделал открытие, доставившее ему известность. Но он был также художником и мечтателем. И это не мешало его научной работе, потому что вовсе не плохо, если ученый умеет помечтать. Позже, когда Пастер стал знаменитым ученым, он любил повторять:

«Я имею смелость утверждать, что в мечтах исследователя

заключается значительная часть его силы».

Быть может, именно это свойство помогало Пастеру отыскивать за самыми обычными явлениями природы дорогу к великим открытиям. И, быть может, именно поэтому он не отклонил просьбу заводчиков города Лилля.

Но с чего начать? И Пастер отправился на винокуренный завод, владелец которого жаловался, что у него не ладится с брожением свекольной массы.

Не зная еще, что он будет делать, Пастер взял пробу свекольной массы из чанов, которые, по свидетельству владельца завода, давали спирта гораздо меньше, чем полагалось. Взял он пробу и из других «здоровых» чанов. Обе пробы он решил сначала посмотреть под микроскопом. Быть может, это натолкнет на какую-либо мысль.

Пастер изучал раньше кристаллы различных солей. Он не был специалистом в винокурении, но знал, конечно, что из сахара можно получить спирт, а из спирта — уксус, и что делается это при помощи брожения.

С незапамятных времен люди умеют приготовлять виноградное вино. Для этого, ягоды винограда разминают, отжимают из них сок — сусло. Затем сусло оставляют в чанах или бочках. Через некоторое время на поверхности сусла появляются пузырьки, их становится все больше и больше. Сусло, как говорят, начинает бродить. Сахаристые вещества, которые содержатся в виноградном соке, разлагаются на углекислый газ и спирт. Газ выделяется в виде пузырьков в воздух, а спирт накапливается в бродильных чанах. Чем больше сахара в винограде, тем больше может быть получено спирта, тем крепче будет вино.

Готовое вино разливают в бутылки. Если они плотно закупорены, вино может храниться довольно долго. Если же бутылки оставить открытыми и в них будет попадать воздух, то брожение не прекратится. Весь сахар без остатка разложится на углекислоту и спирт. А в дальнейшем и спирт начнет разлагаться, превращаться в уксусную кислоту. Вместо вина в бутылках окажется уксус.

Спирт можно получать также из продуктов, в которых нет сахара, но зато много крахмала. Так, например, при изготовлении пива используют проросшие зерна ячменя. Их сначала прогревают и получают продукт, называемый солодом. Размолотый солод обрабатывают горячей водой. В результате крахмал ячменных зерен превращается в сахар, а брожение разлагает этот сахар на углекислый газ и спирт.

Осахаривая крахмал, можно получить спирт из зерен различных злаков, из картофеля и других крахмалистых

продуктов. А при выработке спирта из сахарной свеклы брожению подвергают сладкую патоку.

Значит, в каждом случае, когда нужно из сахара получить спирт или из спирта — уксус, пользуются брожением.

Но что такое брожение? Ученые считали, что это результат химического взаимодействия веществ. Но почему тогда процесс брожения так капризен?

И Пастер приникает к окуляру своего микроскопа. В капле свекольной патоки, взятой из «здоровых» чанов, он видит множество крошечных шариков. Они желтоватого цвета, а внутри каждого шарика мерцают странные светлые точки. Пастер знает, что именно такие шарики находили все исследователи во всех случаях брожения.

Но что это за шарики?

И вдруг он видит, что некоторые из шариков, лежащих кучками и цепочками, выпускают боковые отростки, ветвятся, делятся. Они растут и размножаются, эти шарики! Значит, они живые!

Пастер поражен. И тут он вспоминает, что за несколько лет до этого другой французский ученый, Каньяр Тур, наблюдал такую же картину.

«Несомненно, что именно эти живые шарики вызывают брожение и превращают сахар в спирт», — заявил тогда Каньяр Тур.

«Если это так, — думает Пастер, — то, значит, все виды брожения вызываются такими же крошечными, невидимыми простым глазом существами».

Но почему все же нет спирта в «больных» чанах винокуренного завода? Пастер рассматривает каплю патоки, взятой из этих чанов, и недоумевает. Куда девались живые шарики? Их здесь нет и в помине. Но, присмотревшись, он видит другое: массу еще более мелких палочкообразных существ, которые, сцепившись в длинные нити, вибрируют и прямо-таки кишат в патоке.

Исследуя свекольный сок с такими палочками, Пастер не нашел в нем спирта, но зато обнаружил много молочной кислоты. Именно такая кислота образуется в молоке при его скисании.

В каждой капле кислого молока оказалось много таких же точно живых палочек, что и в «больных» чанах с винокуренного завода. Видимо, эти палочки, образуя молочную кислоту, и заквашивают молоко, превращают его в простоквашу.

«Не значит ли это, — заключил Пастер, — что палочки молочно-кислого брожения мешают шарикам, вызывающим спиртовое брожение?» Поселившись в свекольной патоке, палочки

питаются сахаром, но превращают его не в спирт, а в молочную кислоту, при избытке которой шарики спиртового брожения нормально жить не могут. Значит, если оградить бродильные чаны от проникновения в них палочек молочно-кислого брожения, то шарики будут развиваться нормально и превратят сахар в спирт.

Пастер понял, что он сделал значительное научное открытие.

«Теперь ясно, — думает он, — что есть существа невидимки, которые являются истинной причиной брожения. И человек может и должен найти способ управлять работой этих крошечных существ».

Какая поразительная мысль! Почти двести лет прошло с тех пор, как люди впервые увидели микробов. Но никто не подозревал их истинной роли. А ведь они производят огромную работу. Миллионы литров спирта, необходимого для промышленности и медицины, море вина различных сортов, неистощимые реки пива — все это результат работы «маленьких животных». Человек не знал о них, а они всё же работали на него. А теперь люди смогут проникнуть в тайны этих существ. И кто знает, сколько полезного смогут они еще дать человечеству!

Есть ли более увлекательная задача для ученого-исследователя? И Пастер — химик становится Пастером — исследователем микробов.

Много ли знал Пастер о микробах в этот решающий час своей жизни? Да почти ничего. Поэтому он пытается наверстать упущенное. Дается это нелегко. Ведь к тому времени «маленьких животных» Кирхера и Левенгука, Спалланцани и Тереховского почти вовсе позабыли.

Было время, когда микробы вызывали любопытство у одних, живой интерес — у других. Разглядывать невидимок в микроскоп было модным занятием. Ученые наблюдали, зарисовывали и подробно описывали обитателей капли воды. Но постепенно интерес иссяк. Возиться с невидимками казалось бесплодным занятием. И люди обратились к другим делам, а на «маленьких животных» махнули рукой.

И вот теперь открытие Луи Пастера вновь привлекло к микробам всеобщее внимание.

Сотни ученых направили свои микроскопы на обитателей невидимого мира. Они изучили природу организмов, вызывающих спиртовое и молочно-кислое брожение, и нашли им место в общем ряду микроорганизмов.

Палочки, вызывающие появление молочной кислоты, оказались микроскопическими растениями — бактериями. А шарики спиртового брожения — микроскопическими грибами.

Конечно, не следует путать их с нашими маслятами, рыжиками и боровиками. То, что мы называем в обиходе грибами, — не грибы, а только плодовые тела — органы размножения некоторых грибов. Любители собирать грибы знают, что под ножкой любого груздя, подосиновика или другого гриба в почве, среди прелых листьев и прошлогодней хвои, всегда есть какой-то белый налет. Если на этот налет посмотреть в сильную лупу, можно заметить, что он состоит из массы переплетенных нитей. Вот это и есть настоящий гриб или, как говорят, грибница.

Примерно так же, как грибница, устроены и микроскопические грибы. Их можно видеть даже невооруженным глазом. Это плесень. Та самая, что образуется на лежалом хлебе, загнивающих фруктах, на сырых стенах домов.

Посмотрите на плесень в лупу, и вы увидите множество крохотных, очень красивых растений. Каждое состоит из тончайших нитей — грибницы. Над грибницей поднимаются тоненькие столбики. На вершине некоторых столбиков сидят круглые головки, а в головках — куча мелких спор, зародышей будущих грибков. Есть и такие столбики, которые не имеют головок, а ветвятся на верхушке, точно маленькое деревце. Каждая веточка сложена из маленьких шариков. Это тоже споры.

И вот оказалось, что живые шарики, вызывающие брожение, — ближайшие родственники плесеней. Это одноклеточные микроскопические грибки. Их назвали дрожжевыми грибками и установили, что одни дрожжевые клетки предпочитают жить и размножаться в пивном солоде, другие — в виноградном сусле, третьи — в свекольной патоке, и т. д. Эти мельчайшие, так похожие друг на друга существа оказались весьма различными по своим прихотям.

Луи Пастер обнаружил дикие дрожжи «сахаромицес пастерианус», которые вызывают порчу пива —

помутнение и горький вкус (увеличение в 1000 раз).

Так постепенно накапливались знания о дрожжах и их свойствах.

А что делал в это время Пастер?

Он продолжал деятельно работать. Ученый ездил по стране, заглядывал в чаны винокуренных и пивоваренных заводов и всюду искал микробов. И надо сказать, что его поиски не были безрезультатными.

В эти годы Франция подписала торговое соглашение с Англией на поставку французских вин. Эти вина славились на весь мир, и англичане, подписавшие соглашение, были очень довольны. Но, когда партии французских вин стали прибывать в Англию, оказалось, что их никто не хочет покупать. Вина были испорчены: горькие, вязкие, маслянистые.

Что же случилось с хорошими французскими винами?

Этим вопросом и занялся Пастер. Он поехал на свою родину, в сельскую местность, ходил там по домам крестьян — виноградарей и виноделов — и собирал разные сорта вин. Он уже знал, что именно дрожжи превращают виноградный сок в вино, и теперь был заранее уверен в том, что есть еще какие-то микроскопические существа, которые мешают дрожжам, портят их работу.

Ведь именно так обстояло дело в бродильных чанах со свекольной патокой.

Предположение оправдалось. Когда Пастер посмотрел в микроскоп на каплю горького вина, он нашел там десятки тысяч бактерий, собранных в красивые нити вроде бус. В вине с вязким вкусом оказались уже другие бактерии, а в маслянистом — третьи.

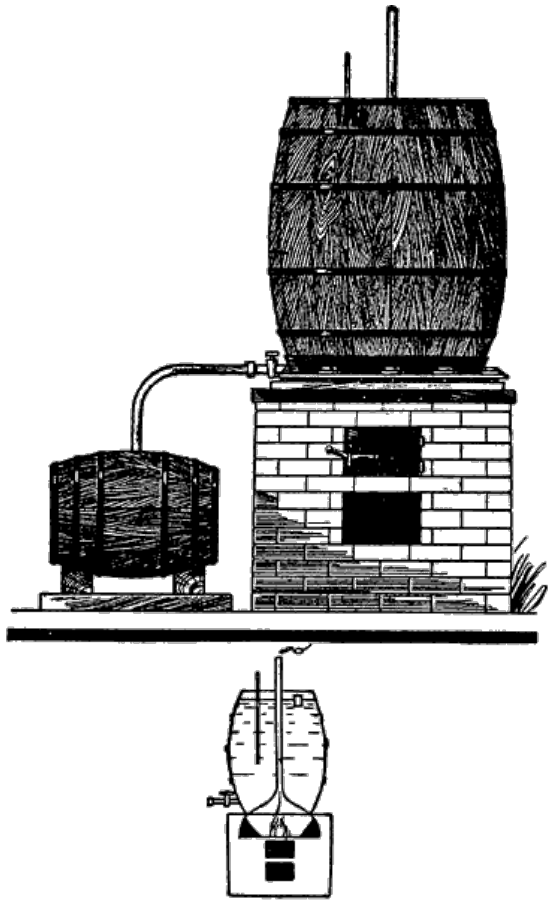
Тогда Пастер объявил, что он может определять вкус и качество любого вина, не беря его в рот. Виноделы, конечно, не поверили. И все же собрались у Пастера. Им хотелось посмеяться над этим, как они думали, свихнувшимся человеком. Однако повеселиться виноделам не пришлось. К их удивлению, Пастер смотрел на каплю вина в микроскоп и безошибочно ставил диагноз: «здоровое» вино или «больное», и если больное, то какой именно болезнью.

Но Пастер не только поразил своих земляков. Он дал им нечто большее.

«Хотите, чтобы ваши вина больше не болели? — спросил он их. И, не ожидая ответа застывших от удивления слушателей, продолжал: — Знайте же, что, если подогреть вино тотчас после того, как закончилось брожение, подогреть его только немного,

до температуры в шестьдесят градусов, и лишь на тридцать минут, все посторонние микробы будут убиты и вино не испортится».

Рецепт, «прописанный» Пастером, действовал безотказно. Французские вина были спасены.



Аппарат орлеанского торговца вином Россиньоля, построенный в 1867 году для исправления испортившегося вина прогреванием по методу, предложенному Пастером в 1866 году.

В дальнейшем этот метод получил в честь Пастера название «пастеризации» и стал широко применяться для сохранения различных скоропортящихся продуктов.

В эти годы Пастер жил уже в Париже. Он занимал там пост директора научного кабинета Парижской педагогической школы и оборудовал при школе небольшую лабораторию для исследований.

Имя Пастера-ученого стало широко известным. Он был еще и

хорошим лектором. Люди охотно собирались, чтобы послушать его воодушевленную речь во славу крошечных существ, которые денно и нощно беззвучно и невидимо работают на благо человека.

Пастер читал свои лекции и, наверное, даже не подозревал, что самые великие его открытия еще впереди.

Началось с того, что Пастера пригласили принять участие в лечении шелковичных гусениц. Опыт шелководства был перенесен в Европу из Китая, и крестьяне на юге Франции успешно разводили тутового шелкопряда, из коконов которого получают натуральный шелк.

И вот с некоторого времени появилось повальное заболевание гусениц шелковичной бабочки. Эпидемия быстро распространялась из страны в страну, грозя полностью истребить весь род тутового шелкопряда.

Пастер не был врачом, а с шелководством был знаком только понаслышке. И все же он поехал в районы шелководства. Вместе с ним туда отправились многие знаменитые ученые. Каждый из них пытался отыскать причину заболевания гусениц. В результате было предложено много объяснений, которые противоречили одно другому.

Только Пастер с самого начала оказался на правильном пути. Верный своей идее о большой роли микробов в природе, он сначала предположил, а потом сумел доказать, что болезни шелкопряда вызываются микробами. Болезнетворные невидимки передаются от насекомого к насекомому, и эпидемия быстро распространяется.

Установив причину болезни, Пастер научил шелководов, как определять болезнь и как отделять больных гусениц от здоровых. Шелководство было также спасено.

История с болезнями тутового шелкопряда была только небольшим эпизодом в жизни Пастера. Но он все чаще, все настойчивее думал о своей поездке на шелковичные плантации. Все чаще и чаще его посещала мысль, которой он сам пугался.

«Раз микробы могут вызвать болезни шелковичных червей, — размышлял ученый, — то не следует ли из этого, что именно микробы являются причиной заболеваний других животных и человека?»

И, когда приходили подобные мысли, сразу блекли, тускнели хвалебные гимны, которые сам Пастер расточал полезным микробам — друзьям человека.

Вместо армии невидимых работников на винокуренных и пивных заводах перед его мысленным взором рисовались иные картины.

Он видит страшные эпидемии чумы, холеры и тифа, которые проносились над землей в древние времена. Он видит отчаявшихся людей, бессильных в борьбе с болезнями.

«Но разве с тех пор человек стал более могущественным? — спрашивал себя Пастер. — И разве прекратились эпидемии?»

Нет, ничего, по существу, не изменилось.

В XVII веке сыпной тиф прокатился по Европе и опустошил города и села. В XVIII веке в Россию проникла из Турции чума и в 1771 году в одной только Москве унесла семьдесят пять тысяч жизней — почти четверть населения города. В XIX веке, в годы вторжения Наполеона в Россию, в обеих армиях — русской и французской — от тифа погибло гораздо больше людей, чем в сражениях.

Да и сам Пастер хорошо помнит повальные эпидемии холеры. Ведь эта страшная болезнь только за первую половину XIX века уже несколько раз обошла всю Европу.

А миллионы детей, каждый год умирающих от дифтерита? А сотни тысяч раненых, погибающих от заражения крови даже при пустячной ране? А непосильная дань, которую платит человечество туберкулезу, уносящему больше жертв, чем все войны вместе взятые?

Пастер еще не доказал, что все эти болезни вызываются микробами, но он уже твердо уверен в этом. Думая об этом, Пастер содрогался. Ему казалось, что он чувствует, как вокруг него движутся огромные невидимые армии беспощадных врагов, готовых ежеминутно обрушиться на людей и истребить их.

Можно ли сидеть сложа руки в виду такой грозной опасности?

Конечно, охота за страшными микробами холеры или сибирской язвы — это не спокойная прогулка по винокуренным заводам. Здесь на каждом шагу грозит смертельная опасность.

Но Пастер не задумываясь отправляется в путь.

Загадка анималькулей, или человек в тыкве

Каменные стены мрачного каземата. Массивные своды, сложенные из многопудовых серых камней. В небольшое окошечко, пробитое под самым потолком, льется слабый свет и вырывает из полумрака чучело ушастого филина с распростертыми крыльями.

Мы вновь в средних веках, в лаборатории алхимика. Чего

только здесь нет! Чучела и кости животных, образцы металлов и минералов, бесконечное количество бутылей с какими-то пахучими жидкостями.

Два помощника, обливаясь потом, раздувают кожаными мехами огонь в горне, и чадное пламя бросает на закопченные стены колеблющиеся кровавые отблески.

Сам алхимик тоже здесь. Плотный человек с мясистым носом, маленькими глазками и застывшим на лице выражением полного безразличия, что-то усердно пишет. Это Теофраст Парацельс, городской врач и профессор высшей школы города Базеля в Швейцарии.

Врачи того времени мало что знали о строении и работе органов человеческого тела и еще совсем ничего не знали о причинах болезней. Но Парацельс все же сумел составить какие-то снадобья, которые создали ему славу великого целителя. Однако не это было для него главным. Как и другие алхимики, Парацельс посвятил свою жизнь погоне за призраками.

Алхимики были уверены, что в мире должны существовать два чудодейственных вещества. Первое они называли «философским камнем» и считали, что оно должно облагораживать металлы, например — превращать железо в золото. Второе называлось «эликсиром жизни» и должно было излечивать от всех болезней и даже удлинять человеческую жизнь.

«Надо только найти эти вещества, — говорили алхимики, — и человек сразу получит несметные груды золота, болезни исчезнут, а жизнь человека будет радостной и долгой».

Конечно, таких веществ в природе нет. И все же многие поколения алхимиков в течение пятнадцати веков занимались бесплодными поисками. Пытаясь найти вещества с волшебными свойствами, алхимики производили огромное количество опытов. Они сплавляли, обжигали, растворяли и смешивали все, что плавилось, горело и переходило в раствор. Гоняясь за философским камнем, алхимики сделали немало случайных, но полезных открытий. И это подготовило почву для современной химической науки.

Как и другие алхимики, Парацельс посвятил свою жизнь погоне за призраками.

Парацельс был врачом. Широкая известность принесла ему немало денег. Поэтому, махнув рукой на философский камень и золото, он занялся добыванием для себя вечной молодости. Эликсира жизни Парацельс, конечно, не нашел, но все, что удалось узнать и открыть за долгие годы поисков, он описал в своих книгах. Точное наблюдение и дельные советы перемешаны в них с суеверными представлениями и бездоказательными выдумками. Вот и теперь он сидит в своей лаборатории и под треск углей, разгорающихся в горне, пишет рецепт изготовления искусственного человечка.

Гусиное перо скрипит, а губы Парацельса едва заметно шевелятся:

— Надо взять, — шепчет он, — известную жидкость, ежедневно извергаемую из человеческого тела. Этой жидкостью наполнить внутренность тыквы и, плотно закрыв, оставить гнить на семь суток. То, что получится, перелить в лошадиный желудок и оставить там еще на сорок недель. Ежедневно к гниющей жидкости надо добавлять человеческую кровь. В результате появится настоящий живой ребенок, но только очень маленького роста…

Никто не знает, пробовал ли сам Парацельс вырастить человека в тыкве и лошадином желудке. Однако не подлежит сомнению, что он верил в такую возможность. И этому не следует удивляться. В наше время такой рецепт мог бы придумать только человек с расстроенным рассудком. А во времена Парацельса все были уверены в возможности самозарождения живых существ, в земле и в гниющих жидкостях. Ведь, собственно, тому же учила религия, которая доказывала, что бог создал первого человека сразу в готовом виде из земли.

Живший в XVII веке английский поэт Джон Мильтон описал, как представляли тогда люди заселение нашей планеты животными.

«Вышли из земли, как из своего логова, хищные звери, живущие в дремучих лесах, в кустах и пещерах. Среди деревьев они поднялись попарно и пошли. На полях и зеленых лугах поднялся скот, то поодиночке, то по нескольку пар, то большими стадами, и тотчас же начал пастись. В великом множестве рождала их земля. Вот выходит до половины лев, когтями раздирая землю, чтобы освободить другую часть тела; наконец прыжком он разрывает последние узы, потрясая косматой гривой. Поднимаются бараны, леопарды и тигры, подобно кроту буграми взрывая вокруг себя землю. Быстрый олень выставляет из-под земли ветвистые рога; бегемот, — величайший из земнородных, с трудом поднимает свое огромное тело из вязкой глины».

С древних времен люди считали, что многие насекомые постоянно зарождаются от росы, из зеленых листьев, при гниении навоза или от пота и всякого рода грязи. Существовал даже рецепт получения пчелиного роя. Для этого надо было взять молодого быка, убить его ударом по голове и закопать в землю в стоячем положении, с рогами наружу. В таком положении быка следовало оставить на один месяц. А затем нужно было спилить рога, и из них тотчас вылетел бы пчелиный рой.

Никто, видимо, не проверял правильности этого рецепта, так как каждому было жаль убивать быка, да еще молодого. Но

верить верили.

Верили и в то, что моллюски, черви, лягушки, саламандры и даже крокодилы зарождаются в морском и речном иле. Было распространено убеждение, что мухи рождаются из трупов павших животных, блохи — из кусков гниющего дерева, вши — из тела живого человека. Шершней считали происходящими из тела лошади, а ос — из тела ослов. Такой точки зрения придерживались даже крупные ученые.

Английский ученый Джон Уильям Росс написал книгу, в которой высмеивал всех, кто не верит в самозарождение насекомых.

«Оспаривать, что жуки и осы зарождаются из коровьего помета, — писал Росс, — это все равно, что спорить против разума, здравого смысла и реального опыта. Даже столь сложные животные, как мыши, не обязательно должны иметь отцов и матерей; если кто-либо в этом сомневается, пусть поедет в Египет и там убедится в том, что поля положительно кишат мышами, зарождающимися из грязной тины реки Нила».

Доходило до того, что некоторые «ученые» всерьез доказывали: «Безвредные змеи рождаются из женских волос, хранящихся в сыром месте, а ядовитые — из позвоночников тех мертвецов, которые при жизни были страшными злодеями».

Конечно, всегда были люди, которые в сомнении качали головой, слушая подобные вещи. Но вот в защиту самозарождения выступил человек, которого считали большим авторитетом. Это был Ван-Гельмонт, тот самый голландский врач, что отрицал возможность чудесных исцелений и за это много лет провел в темнице.

В начале XVII века Ван-Гельмонт сделал следующий опыт. Он взял хлебные злаки, кости и тряпки, замуровал их в глиняный горшок и хранил все это в теплом месте. «И через две недели в горшке под влиянием тепла вывелись мыши», — сообщил Ван-Гельмонт.

Нам теперь ясно, что мышата могли оказаться в горшке лишь в том случае, если мышь устроила там свое гнездо. Но и Ван-Гельмонта подозревать в нечестности нет оснований. Скорее всего, кто-либо подшутил над ученым.

Во всяком случае, вера в возможность самозарождения и слава Ван-Гельмонта были столь велики, что в правильности его выводов никто не усомнился.

Прошло еще пятьдесят лет. И вот в Италии появился ученый, по имени Франческо Реди, который во всеуслышание заявил, что опыт Ван-Гельмонта ошибочен и что в этом может убедиться всякий, кому не лень немного повозиться с горшком и грязными

тряпками.

А потом на заседании Академии наук во Флоренции Реди добавил к этому, что и учение о самозарождении земноводных и насекомых также не имеет под собой почвы.

— До сего времени, — сказал он, — даже образованные люди верят в самозарождение червяков и мух в гниющем мясе. А между тем такое заблуждение разоблачается с помощью простого опыта.

И, когда Реди поведал высокому собранию, что это был за опыт, ученые до крайности удивились.

— Как могло случиться, — воскликнули они, — что такая простая мысль до сего времени никому из нас не пришла в голову?

Но как раз в простоте и заключается сила опыта, проделанного Реди.

Он взял два кувшина и в каждый положил по куску мяса. Один кувшин оставил открытым, а другой прикрыл легкой кисеей. Затем он наблюдал, как в открытый кувшин залетали мухи и вскоре из отложенных ими яичек вывелись белые червячки — личинки мух. А в том кувшине, куда доступ мухам был прегражден кисеей, не появилось ни червяков, ни мух.

Члены Флорентийской академии были людьми недоверчивыми. Они не поленились отправиться в лабораторию к Реди, чтобы самим убедиться в результатах его опытов. Заглянув в кувшины и исследовав их содержимое, они убедились, что Реди прав, и… попросили повторить опыт. Реди повторил его в присутствии представителя академии.

И вот на следующем заседании академики единодушно аплодировали ученому, который наконец-то решил многолетний спор.

…Подобные картины из далекого прошлого проносились одна за другой перед мысленным взором химика Луи Пастера, погрузившегося в изучение науки о жизни.

Ведь он решил дать бой свирепым невидимкам-микробам. Он уверен, что именно они несут в мир болезни и преждевременную смерть. А раз так, нужно найти верные способы борьбы с врагом. Но для этого надо прежде всего узнать, что это за враг, каковы его сильные и слабые стороны.

И вот Пастер вновь и вновь перелистывает книги и рукописи. Он изучает не только победы, но и поражения своих предшественников. Ибо ошибки прошлого никогда не мешает знать. Хотя бы для того, чтобы не повторять их.

Он весело смеется над нелепым рецептом Парацельса и недоуменно пожимает плечами, когда читает о мышах, которые так коварно подвели знаменитого Ван-Гельмонта. А когда очередь

доходит до книги Франческо Реди, Пастер искренне и шумно восхищается гениальной простотой его опытов.

Шаг за шагом прослеживает Пастер историю борьбы мнений в науке о жизни. Вот проходит еще несколько десятков лет, и такие ясные, казалось, доказательства Реди вновь подвергаются сомнению. Это произошло после того, когда Афанасий Кирхер и Антоний Левенгук впервые заглянули в мир невидимых существ.

Сторонники самозарождения организмов восторжествовали.

«Никто больше не верит, — заявили они, — что крокодилы зарождаются в тине, мухи — в гнилом мясе, а мыши — в зерне и тряпках. Но кто может отрицать, что мельчайшие анималькули, то есть инфузории и микроскопические водоросли, зарождаются сами собой в настойках из сена и перца?»

Опыты, проделанные англичанином Джоном Нидгэмом, казалось, неопровержимо убеждали, что дело обстоит именно так.

Что же сделал Нидгэм?

Он помещал легко загнивающие жидкости в плотно закрытые сосуды и нагревал их на углях. После охлаждения жидкости все же загнивали, и Нидгэм обнаруживал в них массу микроскопических существ. Откуда они взялись? Ведь все живые существа и их зародыши, бывшие в сосудах, должны были погибнуть от жара. И Нидгэм решил, что маленькие животные, которые появились после охлаждения жидкости, возникли путем самозарождения.

Как спорить против такого доказательства?

И все же нашлись два ученых, которые почти одновременно — один в Италии, другой в России — выступили против Нидгэма. Это были наши старые знакомые — итальянец Лоццаро Спалланцани и украинец Мартын Тереховский.

Спалланцани установил, что Нидгэм нагревал свои жидкости слишком короткое время, чтобы убить зародыши микробов. При достаточном нагревании жидкости становились вполне бесплодными и никаких существ в них больше не появлялось.

Мартын Тереховский осуществил еще более разностороннее исследование вопроса.

«Прошу извинить меня, — писал он, — за мою недоверчивость. Не принимая ничьих слов на веру, я прежде сам произведу наблюдения, дабы подвергнуть испытанию свое суждение о возникновении анималькулей».

И Тереховский ставит серию точно продуманных опытов. Он приготовляет настои из луковиц гиацинта, листьев чая, огородного лука, семян гороха, вики и кукурузы и замечает, что в различных настоях «маленькие животные» иногда бывают разные. Но Тереховский не спешит с выводами, он повторяет опыты и

берет для настоев разную воду: болотную, прудовую, речную. И вот оказывается, что состав «маленьких животных» во всех настоях одинаковый, если настои изготовлены на одной и той же воде. Значит, инфузории не зарождаются в настоях, а — попадают в них вместе с водой.

Но Тереховский не успокаивается. Он берет настой, в котором кишат «маленькие животные», и нагревает его выше 35 градусов. И, хотя этот настой после нагревания простоял долгое время, в нем ничего не появилось.

Затем, проварив хорошенько траву, Тереховский заливает ее сырой и кипяченой водой. В банке с сырой водой «маленькие животные» появились, а в другой банке их не было, хотя она и простояла много дней. Так обосновывает Тереховский свою точку зрения: ни одно мельчайшее живое тельце в гниющих настоях не возникает самопроизвольно. Все они происходят от себе подобных и попадают в настои из воздуха или заносятся туда с водой.

Правильность выводов, сделанных Лоццаро Спалланцани и Мартыном Тереховским, через два десятилетия подтвердил на практике француз Франсуа Аппер. Это был не ученый, а просто дельный и сообразительный человек, по специальности повар и кондитер.

Как-то он услышал спор ученых о том, возможно или нет самозарождение. Спорящие часто упоминали имя ученого Спалланцани и говорили о каких-то настоях и наливках. И повар подумал, что, быть может, он найдет в книгах этого ученого кое-что полезное по своей специальности.

Аппер отыскал книгу Спалланцани, внимательно прочел ее и ничего не понял. Потом прочел еще раз и тогда остановился на одной фразе, которая привлекла его внимание: «Микробы не заводятся в прокипяченной и помещенной в запаянную бутылочку жидкости».

«Если Спалланцани прав, — прикидывал предприимчивый француз, — то его открытие можно использовать с большой выгодой».

И Аппер изобрел… консервы. Это были всем нам известные герметически запаянные консервные банки, в которых съедобные припасы нагреваются и этим предохраняются от порчи. Так практика блистательно подтвердила теорию.

Но это еще не означало, что окончательно решился спор, который вели ученые.

Пастер с удивлением убеждается, что, хотя со времени открытий Спалланцани и Тереховского прошло без малого сто лет, сторонники самопроизвольного зарождения всё еще не

сложили оружия.

Дело в том, что и Спалланцани и Тереховский работали с простейшими организмами — инфузориями и одноклеточными водорослями, — а бактерии остались вне поля зрения ученых.

За это и ухватились их противники.

«Как может быть, — заявили они, — чтобы бактерии и дрожжевые грибки появлялись неизвестно откуда, повсюду, где есть виноградное сусло или пивной солод? Не проще ли предположить, что эти мельчайшие существа сами зарождаются в этих жидкостях?»

Пастер был уверен, что дрожжи и бактерии попадают из воздуха, где всегда носятся их зародыши. Однако уверенность — еще не доказательство. Самому Пастеру предстояло теперь доказать, что бактерии и грибки подчиняются тем же законам природы, что и прочие существа, населяющие Землю.

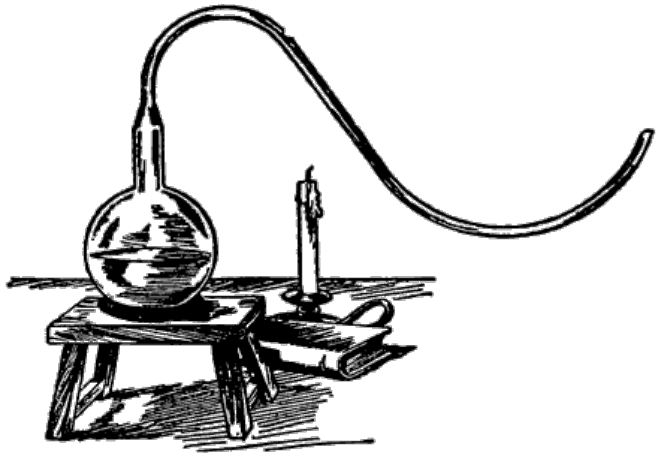
Пастер начал с того, что повторил опыты Реди, Спалланцани и Тереховского. Он убедился, что опыты и выводы из них были сделаны правильно.

Потом Пастер проделал такие же опыты с бактериями и грибками. Он разводил их в бульоне и кипятил этот бульон в запаянных сосудах. И бактерии никогда не появлялись в таком бульоне. Эти опыты еще раз подтвердили возможность консервирования продуктов, но еще не решали окончательно спора со сторонниками самозарождения организмов.

— В вашем вареном бульоне, — возражали они Пастеру, — бактерии не заводятся только потому, что при кипячении вы портите воздух, находящийся в сосуде над бульоном. А для самозарождения необходим свежий воздух.

Теперь даже Луи Пастер смутился. В самом деле, как опровергнуть такое возражение? Ведь если открыть воздуху доступ в сосуды, то вместе с ним туда проникнут зародыши бактерий и из опыта ничего не выйдет.

Положение казалось безнадежным. Но Пастер упорно продолжал поиски. Сотни опытов пришлось ему проделать, прежде чем было найдено простое решение. Оно заключалось в изменении горлышка стеклянной колбы, в которой Пастер кипятил свои бульоны. Горлышко пришлось вытянуть в длинную, изогнутую трубку. Через такую трубку, похожую на лебединую шею, легко проходит свежий воздух, а бактерии и их споры задерживаются в изгибе трубки.



Так выглядела колба, при помощи которой Пастер доказал невозможность самозарождения микробов.

Стеклянный сосуд с изогнутым горлышком оказался хорошим помощником. Он помог Пастеру доказать свою правоту и посрамил его противников. Таким образом была окончательно доказана невозможность самозарождения не только простейших, но также бактерий и микроскопических грибков. Правда, это не мешало предположить, что есть организмы еще более простые и мелкие, чем бактерии, и что если такие существа есть, то они, быть может, способны возникать и из неживого материала. Но это предстояло решить в будущем, а вопрос о бактериях был уже решен. А именно это и нужно было Пастеру.

«Раз учение о самопроизвольном зарождении бактерий ложно, — воскликнул он, — то настанет время, когда человек сметет с лица земли болезнетворных микробов!»

По следам невидимых врагов

Люди группами и в одиночку входят в массивные ворота Сорбонны — парижского университета. Они даже не подозревают, что станут участниками события, от которого историки будут потом вести начало новой науки — микробиологии, то есть науки о жизни микробов.

Известный писатель Александр Дюма, писательница Жорж Занд и другие знаменитые люди Франции собрались в этот день в парижском университете, чтобы прослушать лекцию Луи Пастера.

Ученый рассказывает им о науке, открывшей перед человеком

мир невидимых существ. Он говорит о том, что открытие это было сделано два столетия назад, но только теперь приподнялась наконец завеса тайны над этим миром.

Пастер приглашает слушателей заглянуть в микроскоп. Он показывает им дрожжевые грибки, молочно-кислых бактерий и других невидимых работников природы — верных слуг человека.

— Но не думайте, — говорит он, — что все «маленькие животные», открытые когда-то Левенгуком, так же верно служат нашему благополучию. Вовсе нет! Среди них есть страшные создания, несущие в мир болезни и смерть. Именно микробы — виновники эпидемий, истребляющих человечество. И нет страшнее этих врагов, ибо они очень мелки и всегда, повсюду окружают нас.

По сигналу Пастера служители быстро опускают темные шторы на окнах аудитории. Мрак прорезывает теперь только один яркий луч, проникающий сквозь специально оставленную щель.

— Посмотрите на тысячи танцующих пылинок в свете этого луча, — продолжает Пастер. — Воздух наполнен ими. А ведь каждая пылинка — обиталище микробов. Словно на коврах-самолетах, путешествуют на пылинках микробы холеры и тифа, сибирской язвы и дифтерита. Не относитесь к ним слишком пренебрежительно: они несут с собой болезни и смерть. Таинственны жизнь и законы развития этих крошечных созданий. Только наука может найти средства борьбы с ними.

В полной тишине под высокими сводами темной аудитории особенно громким и даже страшным кажется голос ученого. А то, что он говорит, заставляет всех невольно содрогнуться.

— Я умоляю вас, — обращается Пастер к присутствующим, — уделяйте больше внимания научным лабораториям. Требуйте, чтобы их было больше и чтобы они были лучше оборудованы. Ведь это храмы нашего будущего.

Пастер намеренно пугает своих слушателей, чтобы привлечь внимание к новой науке. Все, о чем он рассказывает, предстоит еще доказать. Но он верит в это, и ему самому становится страшно.

С некоторого времени Пастеру всюду чудятся крошечные невидимые убийцы. Эта мысль уже неотвязно следует за ним. Он окружает себя кордоном предохранительных мер, удивляет людей необычайной чистоплотностью, долго моет руки, прежде чем сесть за стол, и тщательно осматривает и протирает салфеткой ложку, вилку и нож, прежде чем приняться за еду.

Однако Пастер вовсе не трус. Он не собирается прятаться от микробов за толстыми стенами своей идеально чистой лаборатории. Наоборот, зная, насколько опасен враг, он

предпочитает встретиться с ним в открытом бою.

И тут возникает вечный вопрос, преследующий всех зачинателей нового.

С чего начать?

Пастер пытается найти ответ на этот вопрос у своих предшественников. Ведь Пастер не был первым человеком, догадавшимся, что причина болезней таится в мире невидимок. Правда, он превратил догадки своих предшественников в стройную научную теорию, создал самостоятельную науку о микробах и впоследствии даже нашел способ предупреждать коварное нападение некоторых из них, но о связи между болезнями и микробами догадывались многие и до Пастера.

Во время эпидемии чумы, вспыхнувшей во Флоренции в 1721 году, ученый Антонио Валисниери пытался объяснить это заболевание тем, что «маленькие животные» Левенгука проникают в тело человека.

А через сорок один год венский врач Пленчиц утверждал уже, что микробы являются причиной всевозможных болезней человека и животных. Он даже предположил, что различные болезни вызываются разными микробами. Но Пленчиц не смог еще обосновать, а тем более доказать свою теорию, и она также была забыта.

Проходит еще тридцать лет, — и к тем же выводам самостоятельно приходит русский врач Данила Самойлович Самойло́вич. Самоотверженно работая на многих чумных эпидемиях, наблюдая течение и распространение болезни, он установил, что «моровая язва» передается не через воздух, а путем проникновения в тело человека каких-то невидимых болезнетворных частиц. И происходит это только при прикосновении к больному человеку или его вещам — одежде, посуде и т. д. Самойлович начинает поиски невидимого возбудителя болезни с помощью микроскопа. Это ему не удается, так как микроскоп, которым он располагал, оказался слишком слабым. Но Самойлович все же приходит к мысли, что «яд язвенный… состоит из некоего и совсем отменного существа, о коем никто прежде не знал».

Чтобы оценить по достоинству всю смелость выводов русского врача, следует знать, что в те времена среди ученых продолжало господствовать древнее представление, что причиной лихорадок и других болезней являются дурной воздух, гнилые испарения — «миазмы» и тому подобное. Позже, уже в начале XIX века, даже наиболее передовые люди еще продолжали отстаивать самые дикие взгляды, как только речь заходила о причинах болезней.

Знаменитый немецкий философ Гегель, например, считал, что болезни могут возникать от перемены места. «В наше время, — писал он, — был случай переселения скота из Украины в Западную Германию, и, хотя весь скот был вначале здоров, перемена места вызвала чуму».

С подобными предрассудками пришлось столкнуться даже Луи Пастеру. Но ему было уже легче, так как многие исследователи подготовили почву для его открытий.

«Пленчиц утверждает, — размышлял Пастер, — что каждое заболевание вызывается особым возбудителем — микробом. Но разве я не убедился в справедливости такого предположения, когда лечил „больное“ вино? Каждая „болезнь“ вина — вязкость, маслянистость и прогорклость — вызывалась особыми микробами».

А открытие итальянца Басси?

В свое время сам Пастер предположил, что болезнь шелковичных червей вызывается микробами. И вот в 1895 году Басси блестяще подтвердил это, обнаружив возбудителя болезни — микроскопический плесневый грибок.

Исследуя выделения гниющих ран под микроскопом, Пастер нашел много микробов. А знаменитый русский хирург Николай Иванович Пирогов пришел к выводу, что именно эти микробы и вызывают гнойное заражение.

К такому же выводу пришел английский хирург Джозеф Листер. В дальнейшем он практически использовал свои выводы, стал промывать раны и хирургические инструменты растворами, убивающими микробов. И это спасало и спасает тысячи людей, которые иначе умерли бы от заражения крови.

«Разве все это не доказательства? И разве они не свидетельствуют о том, — говорил себе Пастер, — что именно микробы, проникая в организм и размножаясь там, вызывают болезнь? Люди постоянно окружены целыми полчищами микробов, и в зависимости от того, каким из них удается вторгнуться в организм, возникает та или иная болезнь: тиф, холера, дифтерит или оспа».

Но как бороться против этого?

Ведь в этом случае не применишь метод Листера. Крепкие растворы ядовитых веществ убивают микробов, но, если их ввести в тело, они убьют и больного. Нельзя уничтожить микробов в теле человека и высокой температурой, как это делается при лечении «больного» вина. Высокая температура одинаково вредна и для человека.

Это первое затруднение, которое возникло перед Пастером.

Было и второе, не менее сложное. Оно заключалось в том, что

в теле больного всегда много разных микробов. И узнать, который из них вызывает данную болезнь, не представлялось возможным. А не зная врага, как с ним бороться?

Вот тут-то Пастер и получил неожиданную помощь от никому не известного сельского врача Роберта Коха. Его жизнь — яркий пример крутых поворотов, которые случались в судьбе многих охотников за микробами.

Луи Пастер был химиком и мечтал о великих открытиях в этой области, а сделал их в стране невидимок.

Роберт Кох был скромным сельским врачом и сам твердо верил, что всю жизнь останется безвестным.

Этот маленький, сухонький и строгий врач в очках, очень молчаливый и сдержанный, производил внешне впечатление человека, которому чужды порывы и увлечения. Знавшие его люди говорили посмеиваясь, что он якобы ни о чем не мечтал, кроме кругосветного путешествия, на которое у него не было денег. Рассказывали, что ученым-исследователем он стал только потому, что жена подарила ему в день рождения микроскоп.

Правдой во всем этом было только то, что свой микроскоп Роберт Кох действительно получил в подарок в день, когда ему исполнилось тридцать два года. Для семьи сельского врача приобретение такой дорогой вещи — большое событие. Еще большее значение оно имело для самого Коха, который уже давно мечтал посвятить свою жизнь исследованию природы и ее законов.

Все свое свободное время — а такого времени у сельского врача было немного — Кох стал просиживать за микроскопом. И так как он был врачом, то чаще всего под объективом его микроскопа оказывались ткани людей и животных.

Как раз в это время сама жизнь выдвинула перед Кохом проблемы, определившие его призвание в науке.

Все началось с капли крови овцы, погибшей от сибирской язвы. Эта болезнь свирепствовала в районах, где занимался врачебной практикой Роберт Кох. Коровы и овцы вдруг начинали гибнуть целыми стадами. От скота заражались люди. Заболевших «сибиркой» людей уже ничто не могло спасти. Большинство погибало в страшных мучениях.

И вот в капле крови, взятой от павшей овцы, Кох заметил какие-то маленькие палочки.

Потом он исследовал кровь здоровых овец. Там таких палочек не было.

«Быть может, это и есть микробы — возбудители болезни?» — подумал Кох. Но, чтобы проверить это, нужно доказать, во-первых, что палочки, обнаруженные в крови павшей овцы, живые,

и, во-вторых, что именно они и вызывают заболевание.

Почти за тридцать лет до этого такие же палочки в крови больных сибирской язвой обнаружил ученый Поллендер. Через год их нашел сотрудник Пастера, Деви, предположивший, что они-то и являются возбудителями болезни. Одновременно русский ученый Браухль установил, что кровь больных людей и животных, в которой есть такие же палочки, заразна.

Но Кох всего этого не знал. Он был беден и не выписывал научных журналов. Ему приходилось делать и узнавать заново все, что было сделано и узнано раньше.

Так или иначе, Кох научился размножать свои палочки в теле мышей, которые прямо-таки наполнялись этими палочками и быстро погибали. До этого еще никому не удавалось размножить микробов в крови живых животных. Это было первым великим открытием, которое сделал Роберт Кох.

Палочки размножаются — значит, они живые. Но это еще не доказывает, что именно они — причина болезни. Для того чтобы установить это, нужно было выделить палочки в чистом виде и снова заразить ими животное.

Кох производит сотни опытов. У него нет ни лаборатории, ни оборудования. Он все мастерит сам. Вместо иглы и шприца для уколов он пользуется остро заточенной палочкой. Приходится удивляться, как этот человек не погиб сам от сибирской язвы.

Но в Кохе уже проснулся ученый. Он нашел наконец несколько способов выращивать микробов в чистом виде или в чистой культуре, как говорят ученые.

Самый лучший способ оказался в то же время и самым простым. И знаете, что для этого было нужно? Только обыкновенный вареный картофель.

Как-то раз Кох, взглянув на половинку вареной картофелины, случайно оставшейся от вчерашнего завтрака, обратил внимание на разноцветные пятнышки, усеявшие плоский срез картофелины.

Что это могло быть? И микроскоп ответил на этот вопрос: разноцветные пятнышки образованы разными микробами. Пятнышки были белые, красные, желтые, фиолетовые. И каждое оказалось скоплением определенных микробов. Одно пятнышко представляло собой «семейку» из нескольких сот тысяч бактерий в виде палочек, в другом были бактерии круглые, в третьем они напоминали пробочники…

И Кох понял, что ему удалось сделать еще одно важное открытие.

Кох понял, что ему удались сделать важное открытие…

«Каждое из этих пятнышек, — писал он потом, — представляет собой чистую культуру микроба определенного типа, чистую колонию одного вида зародышей. Как это просто! Когда зародыши бактерий падают из воздуха в жидкость, то все они между собой смешиваются, но если разные микробы падают на твердую поверхность картошки, то каждый из них остается на том месте, где упал, — он застревает там, а затем начинает расти и размножаться и в конце концов дает чистую культуру одного определенного вида микробов».

Таким образом, вареный картофель стал выполнять роль

своеобразного питомника, где исследователь мог разводить именно тех микробов, которые были ему необходимы.

Вот перед ученым жидкость, где кишат микробы разных видов. Кажется, нет никакой возможности разобраться в этой многомиллионной толпе невидимок. Но стоит взять каплю такой жидкости и мазнуть ее на гладкий срез картофеля, как задача уже решена. Там, где на поверхности картофеля осядет тот или иной микроб, там он и разрастется в миллионную армию себе подобных.

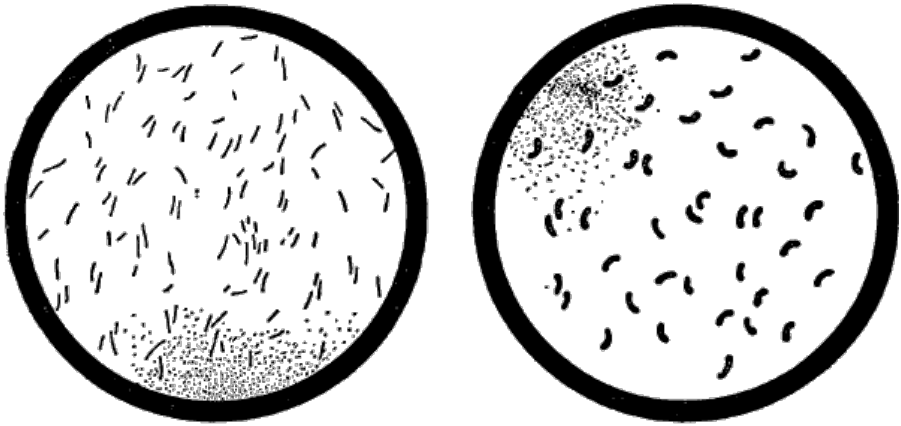
В дальнейшем Кох заменил картофель бульоном с желатиной. Это оказалось еще удобнее. Желатина застывала, образуя твердую, идеально ровную поверхность, а микробы росли на ней так же хорошо, как и на картофеле.

Теперь Кох мог разводить сколько угодно бактерий для своих опытов. И он вскоре неопровержимо доказал, что возбудителем сибирской язвы является именно та самая палочка, которая неизменно присутствует в крови животных, пораженных этой болезнью.

Он обнаружил, что если тело животного, павшего от «сибирки», находится в тепле, то бактерии сибирской язвы не погибают, а дают споры, которым уже не страшны ни холод, ни жара, ни засуха. Они могут пробыть в таком состоянии долгие годы и вновь стать источником заражения, как только вместе с травой попадут в организм животного. И Кох предложил немедленно сжигать павших животных или закапывать их глубоко в землю.

Потом Кох отправился в длительную и утомительную охоту за неуловимым, казалось, возбудителем туберкулеза. Он все же поймал его. Этот очень мелкий, плохо заметный даже в микроскоп микроб оказался чуть изогнутой палочкой, которую без предварительного окрашивания невозможно было рассмотреть. Крошечное прихотливое и изнеженное существо, которое в теле человека может стать грозным убийцей, получило имя «палочка Коха».

Следующим трофеем Коха был возбудитель холеры. По форме этот микроб походил на запятую, и его назвали «холерный вибрион». Чтобы изучить его, Коху пришлось совершить опасные путешествия на холерные эпидемии в Африку и Индию.



Роберт Кох все же поймал этих невидимок, казавшихся неуловимыми: туберкулезная палочка (слева) и холерный вибрион (справа). Увеличение в 1000 раз.

Благодаря открытиям Коха любой исследователь получил возможность выделить нужного ему микроба из массы других, пленить его и подвергнуть изучению. Это сыграло большую роль в дальнейшем развитии микробиологии.

Если Антоний Левенгук был Колумбом страны невидимок, Луи Пастер ее первым следопытом и величайшим исследователем, то Роберта Коха можно назвать охотником за микробами в буквальном смысле этого слова.

Но вернемся к Луи Пастеру и его делам.

Открытия Коха освободили Пастера от необходимости доказывать, что микробы «виновны» в возникновении болезней, что разные виды злодеев-невидимок вызывают различные заболевания. Его мысль могла теперь работать в направлении, которое он всегда считал основным: как избавить человечество от смертельной опасности, грозящей ему со стороны невидимых врагов.

Но как можно спасти уже заболевшего человека, если неизвестны средства, которые бы убивали микробов в организме, не причиняя вреда самому человеку? И Пастер решил: раз нет таких средств, надо найти способ предупредить возникновение болезни. В этом случае Пастеру также не пришлось начинать все заново, на пустом месте. В его распоряжении был мудрый народный опыт.

Еще в глубокой древности заметили, что люди, перенесшие заразную болезнь, обычно приобретают прочную невосприимчивость к этой болезни, или, как говорят ученые, иммунитет. У всех, кто раз переболел оспой, корью, свинкой, эти болезни уже не повторялись. Во время чумных эпидемий уборку

трупов и их захоронение поручали людям, которые уже болели чумой. Вторично они уже никогда не заболевали.

Китайцы, индусы — и другие народы Востока издревле умели искусственным путем вызывать такую же невосприимчивость человека к натуральной оспе. Для этого высушивали гной из оспенных пузырьков, долгое время его хранили, а потом вдували в нос или вводили иглой в кожу здоровому человеку.

Большинство людей, подвергшихся такой операции, не заболевали оспой.

Никто, конечно, не мог объяснить, в чем суть этого метода, но сам метод себя оправдал, и им пользовались. В 1788 году в России — в Киеве, Иркутске и других городах — были даже открыты специальные «оспенные дома», где всем желающим делали такие предупредительные прививки против оспы.

Правда, подобные меры практиковались в очень ограниченном масштабе. Ведь борьба с болезнью велась вслепую и часто сопровождалась неудачами. Иногда, прививая гной больного оспой здоровому человеку, заражали его другой, не менее опасной болезнью. Бывало и так, что, вместо того чтобы вызвать невосприимчивость к оспе, человека заражали оспой. Люди поэтому боялись подвергать себя прививкам. А многие видные врачи заявляли, что прививки — это вредные выдумки знахарей, ничего общего не имеющие с наукой.

Оспа продолжала свободно гулять по земле. Смертность от этой болезни была очень высока. Умирало обычно до девяноста процентов заболевших. А болели трое из каждых пяти человек. В начале XVIII века оспа была так распространена, что в городах и селах редко можно было встретить человека, лицо которого не было бы обезображено следами оспы.

Так продолжалось до конца XVIII века, когда английский врач Эдвард Дженнер напал наконец на верный след и нашел безопасный метод борьбы с этой болезнью.

Дженнер был сельским врачом и знал, что женщины-доярки, работающие на молочных фермах Англии, славятся своей красотой. Он обратил внимание, что слава эта пошла, видимо, оттого, что среди доярок почти невозможно найти женщину с лицом, изрытым оспинами.

«Отчего бы это могло быть? Почему именно доярки не болеют оспой? — размышлял Дженнер. — Быть может, в этом играет роль молочная пища? Или испарения животных?»

Дженнер ездит с одной молочной фермы на другую, расспрашивает доярок. И все они рассказывают ему одно и то же:

— Когда человек болеет оспой, у него по всему телу высыпают оспенные пузырьки. Подобные пузырьки бывают и у

коров, но только на вымени. Животные переносят болезнь очень легко. А доярки при доении коров часто раздавливают оспенные пузырьки на вымени и через трещины на руках заражаются той же болезнью. Коровья оспа проходит у человека так легко, что доярки не покидают работы. Но зато те, кто переболел легкой коровьей оспой, уже никогда не болеют тяжелой человеческой.

Тут только Дженнер понял, что судьба привела его на порог великого открытия.

«Видимо, болезнь, перенесенная в легкой форме, предохраняет человека от поражения той же болезнью в тяжелой форме, — рассуждал Дженнер. — А коровья оспа протекает несравненно легче натуральной. И если она, как уверяют доярки, предохраняет от настоящей, губительной человеческой оспы, то нельзя ли коровьей оспой заражать человека, чтобы навсегда обезопасить его от оспенной заразы?»

Предположение было так естественно, а вывод из него настолько ясен, что Дженнер уже не сомневался: так оно и есть на самом деле.

Но как проверить свои выводы на человеке? Как решиться на такую ответственность?

И Дженнер продолжает колесить по стране, наблюдать, сопоставлять, накапливать факты. Делает это он не год, не два, а целых двадцать лет. Наконец он решается и прививает восьмилетнему мальчику оспу от теленка. А через полтора месяца этому же мальчику привили оспенный яд от человека. И мальчик не заболел.

Только после этого Эдвард Дженнер во всеуслышание предложил втирать в надрезанную слегка кожу содержимое оспенных пузырьков коров и тем самым искусственно вызывать у человека легкое заболевание коровьей оспой.

В наше время прививки против оспы — обычное дело. Возбудителей коровьей оспы размножают в специальных лабораториях и сохраняют в чистом глицерине в стеклянных ампулах. Во времена же Дженнера прививки производили весьма примитивно.

Врач шагал из селения в селение, а следом за ним в повозке везли теленка, больного оспой. Повозка останавливалась где-либо на площади, люди собирались вокруг, а врач, взобравшись на повозку, убеждал их прививать оспу. Желающие выстраивались в очередь, и врач втирал им в надрез на коже выделения из оспенных пузырьков теленка.

Все желающие сделать прививку выстраивались в очередь на городской площади.

Какой шум подняли мракобесы-церковники, узнав об этом! Всеми страшными карами ада грозили они прививающим оспу. «Ведь болезнь, — говорили они, — наказание божие. Прививать оспу — значит противиться воле бога».

Странствующие монахи появлялись повсюду раньше врачей. Верующих запугивали нелепыми выдумками. Утверждали, например, что у всех, кто привьет коровью оспу, вырастут рога и утратится дар речи.

Но польза прививок была очевидной, и с каждым годом все большее число людей стояло в очередях у врачебных повозок.

Метод Дженнера оправдал себя и постепенно получил повсеместное распространение. Одна из самых ужасных болезней была побеждена.

Обо всем этом думал теперь Луи Пастер, мечтавший избавить человечество от губительных эпидемий. Он понимал, что находится в неизмеримо более выгодных условиях, чем Дженнер, который не подозревал истинных причин болезней, а о существовании микробов знал только понаслышке.

А Пастер, можно сказать, «свой человек» в мире невидимок. Он знает причину болезней, слабые и сильные стороны многих микробов. Благодаря открытиям Коха он может разводить и изучать любой микроб отдельно от других.

Правда, Пастер химик, а теперь ему предстоит вторгнуться в самые сокровенные процессы, происходящие в организме человека и животных. И Пастер приглашает двух помощников, молодых французских врачей — Эмиля Ру и Шарля Шамберлана. С именами этих талантливых и самоотверженных сотрудников Пастера были в дальнейшем связаны все его открытия.

Пастер решил найти способ предохранительных прививок от сибирской язвы.

Но первые опыты были неудачны, так как ученый в борьбе с этой болезнью вынужден был идти еще не проторенным путем. Ведь пример Дженнера здесь не мог помочь: люди и животные болели одинаково тяжелой, смертельной формой «сибирки».

Десятки опытов остались позади, но успех упорно не давался в руки.

Пастер понимал: мало найти прививку от той или иной болезни. Такое открытие могло прийти и случайно, как это было у Дженнера. Вот если бы удалось разгадать, что происходит в организме человека, когда он приобретает невосприимчивость к той или иной болезни, тогда можно было бы работать уже наверняка.

Однако загадка эта казалась неразрешимой. Пастер готов был уже отчаяться, когда вдруг получил неожиданную помощь. Помощниками в данном случае оказались не ученые, не люди, а… домашние куры.

Незадолго перед этим русский ученый Николай Федорович Гамалея открыл микроскопический возбудитель холеры кур. А надо сказать, что Пастер самым тщательным образом следил за всеми новыми открытиями в стране невидимок. И не только следил — он еще поставил себе за правило повторять и проверять опыты и выводы других ученых. И вот теперь он занялся выращиванием на бульоне микроба куриной холеры, который даже под сильным микроскопом выглядел едва заметной

дрожащей точкой. Пастер заражал цыплят куриной холерой и следил, как протекает болезнь. Все цыплята, которые получали крошки хлеба, смоченные в смертоносном бульоне, неизменно погибали.

Опыты велись длительное время, и в лаборатории накопились целые батареи пробирок с культурой микроба куриной холеры. И вот как-то раз партию цыплят по ошибке заразили бульоном из старых, завалявшихся в лаборатории пробирок. Цыплята, как и полагалось, заболели куриной холерой, но не погибли, а выздоровели. Пастер удивился, но сначала не придал этому случаю особенного значения.

А когда через некоторое время переболевших цыплят вновь заразили, теперь уже свежими микробами, они не только не заболели, а вели себя так, словно ничего не случилось.

Это означало, что одна из самых таинственных загадок природы была наконец разгадана. Оказалось, что сами микробы, убивающие людей и животных, могут стать защитниками против болезни. Если некоторое время болезнетворные микроорганизмы содержать в неблагоприятных условиях, то их ядовитость ослабевает. Ведь именно так получилось с микробами куриной холеры. Старые, ослабленные микробы, попадая в организм животного, вызывают только легкое заболевание, а животное приобретает невосприимчивость к данной болезни.

Так было с куриной холерой. Но так должно быть и с другими болезнями животных и человека. Подумать только, какие блестящие возможности это открывает перед медициной!

«Это одно из самых замечательных моих открытий! — воскликнул Пастер. — Мы — применим тот же способ к сибирской язве, ко всем заразным болезням. Мы будем спасать человеческие жизни!»

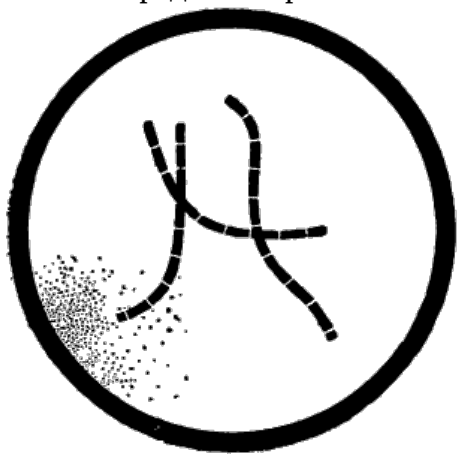
Дальнейшие события показали, что Пастер был прав. В результате большой работы, путем многочисленных и опасных для жизни опытов, ему удалось победить сибирскую язву. Если выдерживать бактерий сибирской язвы при температуре в сорок два градуса в течение двенадцати — двадцати дней, то бактерии настолько ослабевают, что животные, зараженные ими, заболевают лишь в легкой форме, но приобретают невосприимчивость к сибирской язве.

В честь Дженнера Пастер назвал такие годные для прививки ослабленные культуры бактерий вакцинами. Ведь коровья оспа, которую английский врач прививал людям, была тоже названа вакциной — от латинского слова «вакка» — «корова».

Победив микроба сибирской язвы, Пастер объявляет войну микробу бешенства. Теперь это очень редкая болезнь, а в те

времена появление бешеного животного вызывало настоящую панику. Укус бешеного животного, даже маленькая царапинка, обрекали человека на мучительную смерть. Спасения от бешенства не было — умирали все без исключения.

В книгах, где рассказано о жизни Пастера, можно прочесть о том, что еще в детстве, живя в деревне, он видел страшные страдания и смерть людей, искусанных бешеным волком. Ужас обреченных и отчаяние окружающих, которые ничем не могли помочь несчастным, глубоко запали в его душу. Он потом всю свою жизнь мечтал найти средства борьбы с этой болезнью.



Бактерии сибирской язвы (сильно увеличено).

Правда, ученым не удавалось найти микроба — возбудителя бешенства. Не удалось это и Пастеру. Но он был уверен, что такой микроб существует, быть может, настолько мелкий, что его нельзя увидеть в микроскоп.

И Пастер решил действовать так, как если бы он обнаружил микроба бешенства. Ведь и Дженнер не видел возбудителя оспы, говорил себе Пастер, а все же нашел средство предупреждать эту болезнь.

Микробы опасны не сами по себе — опасен выделяемый ими яд, который отравляет организм больного. Микробный яд — это следы невидимок, по которым можно проследить, где, в каком органе тела накапливаются микробы.

Исследуя бешеных собак, Пастер установил, что яд бешенства поражает нервную систему животного — головной и спинной мозг. Значит, именно здесь и размножается возбудитель этой болезни. А раз так, можно попробовать ослабить силу этого возбудителя, и не видя его.

Пастер стал заражать кроликов, вводя им в кровь частицы мозга бешеных собак. Через определенное время кролики

заболевали бешенством и погибали. Спинной мозг погибших от бешенства кроликов Пастер пробовал высушивать. «Быть может, от этого, — думал он, — ослабнет яд бешенства».

Предположение оправдалось. По мере высушивания мозг действительно терял свою ядовитую силу. А на четырнадцатый день высушивания мозг стал совсем безвредным. Таким обезвреженным ядом бешенства заразили собак. Все они остались здоровы. Тогда Пастер решил постепенно подготовить организм к борьбе с сильным ядом бешенства.

Здоровым собакам вводили частицу обезвреженного мозга бешеных кроликов, который сушили четырнадцать дней. На второй день этим же собакам вводили мозг тринадцатидневной сушки, потом двенадцатидневной и т. д. И каждый раз мозг был более свежим и потому более ядовитым. Наконец настал день, когда собакам ввели совершенно свежий яд бешенства, от которого они неминуемо должны были бы погибнуть. Но собаки остались живы. Тогда их дали покусать бешеной собаке. Но и это не подействовало. Собаки по-прежнему оставались здоровыми.

Это означало, что собаки, которые получили серию прививок ослабленного яда бешенства, приобрели невосприимчивость к этой болезни.

Вскоре представился случай проверить этот же метод защиты от бешенства на людях.

В 1885 году к Пастеру привезли маленького мальчика, искусанного бешеной собакой. Мальчик был обречен, и Пастер решился сделать ему предохранительные прививки. И мальчик не заболел. Этот случай убедил всех в том, что Пастер сделал одно из величайших открытий в истории науки.

Метод прививок против бешенства был в дальнейшем значительно усовершенствован сподвижником Пастера, русским ученым Николаем Федоровичем Гамалея, и стал верным средством борьбы против одной из самых страшных болезней.

А Пастер продолжал работать. Он сделал еще немало важных открытий. Его заслуги перед наукой и человечеством очень велики. Чтобы рассказать обо всем, что сделал Пастер, нужно было бы написать целую книгу. И такие книги написаны. Нам же важно понять, что Пастер впервые открыл путь борьбы с заразными болезнями, перед которыми человек ранее был бессилен.

«После того как первобытный человек, — писал один из учеников Пастера, — перестал бояться лесного зверя, в истории цивилизации не было сделано более решительного шага, чем тот, который сделал Пастер, научив бороться с еще более опасными и вездесущими микробами».

Однако, найдя способ предохранительных прививок, Пастер все же не объяснил, что происходит в организме под их влиянием. Почему под действием ослабленного микробного яда человек приобретает невосприимчивость к такому же, но более сильному заразному началу?

Честь этого открытия принадлежит русскому ученому Илье Ильичу Мечникову.

Кровь человека и животных имеет сложный состав. В жидкой прозрачной части крови, которую называют сывороткой, взвешены многочисленные тельца разного цвета и формы. Особенно много крошечных круглых дисков — красных кровяных телец, или эритроцитов. Их такое множество, что благодаря им кровь и приобретает свой алый цвет. Много в крови и белых телец — лейкоцитов. Красные кровяные тельца сами не движутся. Они несутся по кровеносным сосудам вместе с током крови. А белые тельца способны к самостоятельному движению.

Помните, как вела себя в капле воды амеба? Она выпускала из своего тела студенистые отростки, захватывала ими крошечные кусочки пищи, затем втягивала их вместе с отростком внутрь тела и переваривала. Вытягивая отростки и подтягивая за ними все свое тело, амеба переползала с места на место.

Точно так движутся и белые кровяные тельца. Попадет в тело заноза, и тотчас же лейкоциты проникают через стенки кровеносных сосудов и окружают занозу.

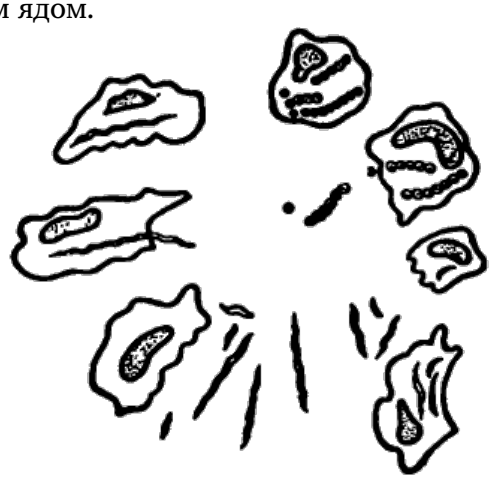
Мечников заинтересовался тем, какую роль играют в крови и теле человека эти движущиеся клетки. Ученый нашел такие клетки и в теле всех других животных, даже весьма просто устроенных.

«Однажды, — рассказывает Мечников, — когда вся семья отправилась в цирк смотреть каких-то удивительных дрессированных обезьян, а я остался один над своим микроскопом, наблюдая за жизнью подвижных клеток у прозрачной личинки морской звезды, меня сразу осенила новая мысль. Мне пришло в голову, что подобные клетки должны служить в организме для противодействия вредным деятелям. Чувствуя, что тут кроется нечто особенно интересное, я до того взволновался, что стал шагать по комнате и даже вышел на берег моря, чтобы собраться с мыслями. Я сказал себе, что если мое предположение справедливо, то заноза, вставленная в тело личинки морской звезды… должна в короткое время окружиться налезшими на нее подвижными клетками, подобно тому как это наблюдается у человека, занозившего себе палец. Сказано — сделано. В крошечном садике при нашем доме, в котором несколько дней перед тем на мандариновом деревце была

устроена детям рождественская елка, я сорвал несколько розовых шипов и тотчас же вставил их под кожу великолепных прозрачных, как вода, личинок морской звезды. Я, разумеется, всю ночь волновался в ожидании результата и на другой день рано утром с радостью убедился в удаче опыта».

Как и предполагал ученый, подвижные клетки в теле личинки морской звезды окружили занозы, пытаясь поглотить и переварить их в своем теле. И Мечников понял, что и в организме человека подвижные клетки должны выполнять ту же роль. Они окружают попавшие в организм микробы, заглатывают и переваривают их. Поэтому Мечников назвал движущиеся белые кровяные тельца фагоцитами, или клетками-пожирателями, от греческих слов «фагос» — пожирать и «цитос» — клетка.

Итак, белые кровяные тельца — защитники человека против болезнетворных микробов. Фагоциты устремляются навстречу микробам, захватывают, пожирают и переваривают их. Однако, если микробов слишком много и фагоциты не в состоянии поглотить их всех, то микробы быстро размножаются и отравляют организм своим ядом.



Борьба лейкоцитов с бактериями (фагоцитоз). Внутри лейкоцитов видны поглощенные бактерии — шарики и изогнутые палочки. Большие тельца — ядра лейкоцита.

И все же исход борьбы фагоцитов зависит не только от числа микробов, проникших в организм. Дело в том, что яды, которые выделяют микробы, вредно действуют на фагоциты, парализуют их. Чем сильнее яд, выделенный микробами, тем беспомощнее становятся подвижные клетки. Но если ввести в тело человека ослабленный микробный яд, то фагоциты как бы «привыкают» к нему, и тогда даже более сильный яд не действует на них

губительно, они быстро истребляют болезнетворных микробов. Этим, по мнению Мечникова, и объясняется польза предохранительных прививок.

Однако не все ученые согласились с Мечниковым. Многие утверждали, что не фагоциты защищают организм от микробов, а особые вещества, которые накапливаются в жидкой части крови — в сыворотке.

Спор этот продолжался долгие годы. А потом благодаря исследованиям русского ученого В. И. Исаева выяснилось, что обе спорящие стороны правы по-своему.

Оказалось, что защитниками организма являются как фагоциты, так и сыворотка крови, когда в ней накапливаются вещества, обезвреживающие микробные яды.

Это открытие подсказало, что для предохранительных прививок против той или иной болезни можно использовать не только ослабленных микробов в виде вакцин. Ту же роль могла бы сыграть и жидкая часть крови — сыворотка, взятая из организма, уже перенесшего данную болезнь.

Можно взять, например, сыворотку крови взрослых людей, переболевших в детстве корью. Ясно, что в этой сыворотке должны уже содержаться вещества, парализующие вредное действие коревого яда. И вот, если такую сыворотку впрыснуть детям, заразившимся корью, то они или совсем не заболеют, или перенесут болезнь в очень легкой форме.

Дифтерит очень опасная болезнь. Большинство детей, заболевших дифтеритом, прежде умирало. А некоторые животные, например лошади, болеют дифтеритом в очень легкой форме. Если долгое время впрыскивать лошади яд, выделенный микробом дифтерита, то в крови лошади накопятся вещества, парализующие этот яд. Сыворотка крови от такой лошади, если ее ввести в тело ребенка, заболевшего дифтеритом, поможет организму в борьбе с болезнью. Ребенок выздоровеет.

Открытия Луи Пастера и его первых последователей произвели настоящий переворот в науке о микробах. Теперь уже никто не посмеивался над охотниками за микробами — в них видели смелых рыцарей, борцов со смертью. Всем стало ясно, как важен и нужен их труд.

Ряды охотников за микробами стали быстро пополняться. Сотни новых исследователей отправились в страну невидимок. В сравнительно короткий срок были обнаружены микробы проказы, малярии, брюшного тифа, сапа, столбняка, дизентерии и многих других болезней.

Все это далось нелегко. Исследование страны невидимок не легкое предприятие. Оно сопряжено со многими опасностями.

Тем, кто отправлялся в эту страну, чтобы выследить крошечных убийц человека, часто случалось брести ощупью, спотыкаться, совершать ошибки. Некоторые отважные исследователи, устремляясь по следам невидимых врагов, сами становились их жертвой. Имена многих из них уже забыты, хотя им следовало бы ставить памятники так же, как великим художникам и знаменитым государственным деятелям.

Бывало так, что ученый, сделав важное открытие, смело рисковал собственной жизнью, чтобы проверить свои выводы.

В 1873 году русский ученый Г. Н. Минх ввел себе кровь больного возвратным тифом и тяжело заболел. Сделал он это для того, чтобы доказать, что возбудитель возвратного тифа находится в крови.

А другой русский ученый, О. О. Могутковский, заразил себя кровью сыпнотифозной больной, чтобы доказать, что возбудителя и этой болезни надо искать в крови.

В 1883 году молодой французский ученый Тюилье отправился в Африку, где свирепствовала эпидемия холеры. Ученый пытался найти возбудителя этой болезни и пожертвовал ради этого своей жизнью.

Американский врач Джем Кэрроль много дней находился на грани между жизнью и смертью. В 1900 году он сам заразил себя желтой лихорадкой, чтобы доказать, что эта болезнь передается москитами.

Изучая холеру, великий Мечников привил себе эту опасную болезнь, а замечательный русский исследователь Даниил Кириллович Заболотный и другие русские врачи много лет, не щадя жизни, сражались с чумой в Индии, Маньчжурии, Монголии.

Когда в начале нашего века в Китае вспыхнула страшная эпидемия чумы, на помощь китайскому народу немедленно выехала группа русских врачей во главе с Д. К. Заболотным. Героическими усилиями русских врачей эпидемия была сломлена, спасены сотни тысяч жизней.

Однако победа досталась дорогой ценой. На поле боя осталось немало участников экспедиции: Лев Беляев, Мария Лебедева, Владимир Михель, Илья Мамантов и другие смелые борцы со смертью.

Илья Мамантов, умирая, писал своим друзьям в Россию: «Жизнь теперь — это борьба за будущее… Надо верить, что все это недаром и люди добьются, хотя бы путем многих страданий, настоящего человеческого существования на земле, такого прекрасного, что за одно представление о нем можно отдать все, что есть личного, и самую жизнь».

Немало таких примеров, когда исследователи рисковали и

даже жертвовали своей жизнью, можно найти в прошлом. Есть они и в наши дни.

Советские исследователи, участники экспедиций академика Е. Н. Павловского, Л. А. Зильбера и А. А. Смородинцева, обнаружили в глухой дальневосточной тайге клеща — переносчика таежного энцефалита, и нашли способ борьбы с этой опасной болезнью. Но и здесь дело не обошлось без жертв.

Молодой врач Н. К. Завьялова, исследуя новые средства против легочной чумы, заразила себя этой болезнью. А профессор М. П. Покровская, вступив в единоборство со зловещим возбудителем чумы и приготовив вакцину из ослабленной формы чумного микроба, испытала ее на себе самой.

Самоотверженное служение советских микробиологов человечеству навсегда войдет в историю науки.

Но не будем забегать вперед. Ведь мы отправились в путешествие с тем, чтобы пройти от вехи к вехе весь тот путь, который уже преодолели ученые.

Поэтому вернемся к тому времени, когда, воодушевленные первыми успехами борьбы с микробами, всё новые и новые отряды исследователей отправлялись в страну невидимок.

Они углублялись всё дальше и дальше в этот таинственный мир, находили всё новых и новых микробов и вскоре убедились, что страна невидимок почти беспредельна, полна неожиданностей и великих тайн.

Мир расширяется

Это было много лет назад. Парусная шхуна исследователей Арктики пробивалась сквозь льды возле берегов Новой Земли. Команда находилась на отдыхе, когда раздался громкий крик матроса, стоящего на вахте:

— Скала по курсу корабля!

Неожиданная встреча в открытом море со скалой, не обозначенной на морских картах, могла грозить шхуне гибелью. Поэтому все члены команды выбежали наверх. И тут перед ними открылась странная картина. Перед кораблем действительно высилась большая гора. Но гора эта не была неподвижной. Она двигалась и имела такой необычный вид, что матросы растерялись.

Представьте себе среди необъятных просторов океана, покрытого белоснежным торосистым льдом, огромную

остроконечную гору розового, местами даже кроваво-красного цвета.

По приказанию капитана спустили шлюпку. Несколько моряков приблизились к скале и убедились, что это плавучая ледяная гора — айсберг. Но лед покрыт сверху какой-то розовато-красной пленкой, словно кто-то покрасил айсберг тончайшим слоем сурика.

Что же это такое?

И вот вечером судовой врач рассказал морякам несколько любопытных историй.

В 1329 году в немецких городах Франкфурте, Нюрнберге, Вюрцбурге и других разыгралась страшная трагедия.

С некоторого времени в городских церквах стало твориться неладное. На «святом» хлебе, на маленьких лепешечках из пресного теста — гостиях, — применяемых в религиозных церемониях, появились кровавые пятна. Священнослужители были смущены. Как объяснить верующим такое явление? И они объявили, что это знамение свыше: на хлебе, дескать, выступает кровь Христа.

Чудо наделало много шуму, толпы молящихся хлынули в храмы. Запасы гостий в церквах приходилось часто пополнять. И каждый раз на свежем хлебе вновь появлялись страшные пятна алой крови.

Потом такие же пятна стали появляться на хлебе в домах горожан. Страх объял население. Поползли тревожные слухи о том, что это знак гнева божьего, что людей ждет страшное возмездие за совершенные ими грехи.

Служители церкви воспользовались этим, чтобы расправиться с неугодными людьми. Истошно кричали с церковных кафедр монахи-проповедники, проклинавшие еретиков, то есть всех, кто, по их мнению, недостаточно почитал церковь и ее служителей. Невежественные люди, доведенные страхом и проповедями монахов до исступления, бросились в дома еретиков. По городам прокатилась волна погромов, сопровождавшихся убийством целых семей. На площадях вспыхнули костры, на которых заживо сжигали людей, обвиненных в колдовстве. За один только год в нескольких немецких городах было убито и сожжено более двухсот тысяч ни в чем не повинных людей.

Подобная история повторилась в 1383 году в немецком городе Вильснаке. Гостии, случайно оставленные в заброшенной, полуразрушенной пожаром церкви, вдруг покрылись кровавыми пятнами. Церковный сторож, первым заметивший это «чудо», прибежал к священнику. Они отправились вместе к месту происшествия и здесь смыли с хлеба кровавые пятна. Но на

следующий день пятна появились в еще большем количестве. Продолжали они появляться и тогда, когда гостии были заменены свежими.

Весть об этом пронеслась по соседним городам и деревням. В Вильснак стали стекаться многотысячные толпы богомольцев. Пастыри церкви устраивали пышные богослужения и религиозные шествия. Закончилось все новым избиением еретиков, новыми кострами на площадях города.

А через пятьсот лет без малого, в августе 1819 года, на севере Италии, в доме крестьянина Питарелло появились кровавые пятна на кукурузной похлебке. Прошел день, и точно такие же пятна были обнаружены на других продуктах: хлебе, макаронах, вареных бобах.

Слух об этих «чудесах» быстро распространился, и возле дома Питарелло постоянно стояла толпа любопытных. Из уст в уста передавались разные небылицы.

Правда, все это происходило уже не в средние века. Хозяину дома не грозил костер, но многие односельчане в страхе шарахались от него. И еще неизвестно, чем бы завершилось это происшествие, если бы не местный врач, человек умный и образованный.

Частицу красной пленки с кукурузной похлебки врач исследовал под микроскопом и обнаружил множество красных бактерий, похожих на короткие палочки. Поняв, в чем дело, врач заразил этими бактериями хлеб в доме соседа Питарелло, и там тоже появились кровавые пятна. Потом то же самое врач проделал в доме местного священника. И тогда все успокоились. Ведь если бы кровавые пятна появлялись в результате козней дьявола, то он не смог бы творить свои черные дела в благочестивом доме.

История закончилась благополучно. А красная палочковидная бактерия получила впоследствии название палочки чудесной крови.

Именно микробы окрасили в красный цвет и тот айсберг, который смутил храбрых матросов в Ледовитом океане. Только это были не бактерии, а колонии микроскопической водоросли, носящей красивое имя «сферелла».

А в другой раз полярные исследователи были поражены, увидев на берегу залива… зеленый снег. И тут, как оказалось, виновниками необычайной окраски снега были микробы.

Колонии микробов бывают разного цвета: черные, желтые, белые, фиолетовые, красные, зеленые. Такая разнообразная окраска нужна микробам, конечно, не для украшения ледяных гор в океане. Советские ученые установили, что это результат

приспособляемости микроорганизмов к условиям существования.

У палочки чудесной крови красящее вещество находится внутри клетки и служит своего рода защитной завесой от вредного действия солнечных лучей. Ведь бактерии не переносят прямого солнечного света. Ту же роль играет и кровавая окраска сфереллы. Она не смогла бы существовать на ледяной поверхности айсберга, открытой со всех сторон солнечным лучам, не будь у нее этого защитного средства.

А есть и такие бактерии, которые выделяют красящие вещества из своего тела. Эти вещества ядовиты для амеб и инфузорий, пожирающих бактерий, и поэтому тоже являются мерой защиты.

Но как могут существовать микроорганизмы в суровых условиях Арктики?

Знаменитый исследователь Арктики норвежский путешественник Фритьоф Нансен считал, что это невозможно. Как видим, кровавые айсберги и зеленый снег доказывают обратное.

Но, быть может, в вечно холодных водах Ледовитого океана микробы действительно не выживают? Тот же Нансен считал это несомненным. А отважные советские исследователи, работавшие на дрейфующих станциях у Северного полюса, опровергли и это предположение. Они брали пробы воды с различных глубин океана и везде находили микробов. Оказалось, что некоторые виды микроорганизмов могут существовать даже при температуре ниже нуля.

В северных морях, реках и озерах — повсюду живут микробы, которые чувствуют себя прекрасно. А есть и такие, что приспособились к жизни в холодильниках, где хранится мясо и масло. В большинстве случаев это микроскопические плесневые грибки. Даже тогда, когда ртуть в термометре опускается до нуля, они продолжают нормально жить и размножаться.

Лишь при очень низких температурах жизнедеятельность микробов прекращается. Но они не погибают и сохраняются в состоянии скрытой жизни долгие годы.

На северо-востоке нашей страны, там, где за короткое лето земля не успевает прогреваться на большую глубину, сохраняется слой вечной мерзлоты. Ученые исследовали грунт в таких районах и подсчитали количество микробов в каждом грамме грунта. В верхнем, оттаявшем слое почвы их было более тридцати тысяч в каждом грамме, на глубине одного метра, в зоне вечной мерзлоты, — шесть тысяч, на глубине сорока пяти метров — только десять штук. И все эти микробы после оттаивания ожили. А ведь они пролежали в грунте тысячи лет.

Охотник-эвенк, отправившись на охоту за песцами, обнаружил на Крайнем Севере тушу мамонта, вмерзшую в глыбу льда. Охотник сообщил о трупе невиданного зверя, и на место прибыла научная экспедиция. Раньше ученые находили лишь скелеты мамонта и по ним восстанавливали его внешний вид. В этом была, конечно, доля фантазии. Теперь представлялась возможность увидеть настоящего мамонта.

Понятно поэтому, с каким увлечением занялись ученые исследованием необыкновенной находки. Среди ученых были и микробиологи. И они нашли в хоботе и желудке мамонта бактерии, которые ожили, несмотря на то что пролежали в промерзшей туше мамонта несколько сот тысяч лет. Ведь мамонты — современники ледникового периода.

Ученые пробовали замораживать микробов при температуре в двести пятьдесят градусов ниже нуля, и все же по мере оттаивания многие микробы оживали.

Как видите, микробы довольно хорошо переносят холод. А многие не боятся и сильной жары.

Известно, что навоз, хранящийся в кучах, постепенно нагревается. Причин этого раньше не знали. Потом выяснилось, что нагревается навоз потому, что в нем быстро размножаются микробы. Они-то и повышают температуру. Даже в холодное время года температура внутри навозных куч поднимается до семидесяти градусов. Этим свойством микробов, живущих в навозе, пользуются при строительстве парников. Горячий навоз нагревает их и позволяет выращивать ранние овощи.

А в Австралии живет птица термометр. Названа она так не случайно. Когда приходит время откладывать яйца, термометр натаскивает большую кучу сухих листьев, кусочков коры и мелких веточек. Через некоторое время в куче листьев и веток происходит то же, что и в куче навоза. Размножающиеся микроорганизмы повышают температуру. Этим и пользуется птица. Вместо того чтобы насиживать яйца и согревать их своим телом, она зарывает их в кучу прогревшихся растительных остатков. Но это еще не все. Чтобы яйца не перегревались, птица регулирует температуру. Когда надо, приоткрывает кучу или, наоборот, увеличивает ее размеры.

Теплолюбивых микробов в природе немало. Правда, большинство из них гибнет при шестидесяти — семидесяти градусах выше нуля. Но есть и такие, которые приспособились к жизни в кипятке.

Советский ученый-ботаник Владимир Леонтьевич Комаров рассказал о бактериях, найденных им в горячих ключах на Камчатке.

«Я стою на вершине одного из вулканов Камчатки и вижу настоящий хаос. Лавы причудливыми пузыристыми глыбами громоздятся кругом. Все они сравнительно недавно остыли. Раньше они были огненным потоком расплавленной каменной массы. Ни единой травки, ни единого пятна лишайника. Все кругом сожжено огнем извержения или отравлено ядовитыми парами.

Черные, бурые и темно-красные камни целым лабиринтом преграждают дорогу. Местами они пересыпаны грядами серожелезистого песка, также выброшенного из жерла вулкана. Кое-где из трещин вырывается горячий пар. На крутых склонах правильного вулканического конуса все это образует величественную, но крайне мрачную безжизненную картину. Проявлений жизни здесь не ищи…

Но вот ниже, по склону, среди лав и пемзы выступает на поверхность небольшой горячий ключ. Это круглый бассейн, на дне которого кипит вода и прорываются водяные пары, а от него вниз стекает по камням тонкая струйка зарождающегося ручейка.

С точным термометром в руках начинаем мы наблюдение. В глубине ключевой воронки термометр показывает девяносто девять градусов, вода в ней совершенно чистая, синеватая. В канавке стока, уже в полутора шагах от ее начала, температура восемьдесят пять градусов. И здесь на камнях, лежащих на дне, появляются тонкие белые или сероватые пленки. Это колонии бактерий. Несколько ниже, при восьмидесяти двух градусах, к бактериям присоединяются еще и темные сине-зеленые пленки водорослей».

Бактерии и водоросли в кипятке! И, как это установил академик Комаров, бактериям, живущим в вулканических ключах, ничего не нужно для жизни, кроме солей, растворенных в горячей воде.

Разнообразие микробов, их высокая приспособляемость к различным условиям позволяют им быстро заселять все водоемы земного шара: моря, озера, пруды, реки, ручейки и просто лужи, образующиеся от снеговой и дождевой воды.

Не боятся микробы и очень соленой воды. Они живут не только в морях. Специальные виды бактерий приспособились к существованию в соленых озерах, где вода больше походит на рассол. Даже в кучах соли, добытой на озере Баскунчак и пролежавшей семь лет, были обнаружены живые микробы.

Есть и такие микробы, которые приспособились к жизни в ядовитых растворах, убивающих другие микроорганизмы. Они могут жить даже в слабом растворе карболовой кислоты и при этом питаются этим ядом. Некоторые бактерии используют для

своего питания такие вещества, как каменный уголь, нефть, керосин, нафталин.

Одно необходимо всем микробам без различия — вода. Это обязательное условие для существования микробов. Поэтому считалось, что в очень сухих районах земного шара микроорганизмы жить не могут.

И вот ученые отправились в пустыню Сахару. Они отыскали здесь место, где поверхность земли круглый год накалена, словно горячая сковородка. Даже самые точные приборы не могли обнаружить здесь присутствия влаги. Но когда ученые исследовали песчаные барханы, то в каждом грамме песка нашли до ста тысяч микробов.

В 1929 году советские исследователи взяли пробы песка из сыпучего бархана в пустыне Кара-Кум в Средней Азии. И здесь в каждом наперстке песка находилось более полумиллиона разнообразных микроорганизмов. Откуда же микробы получают воду в сухих пустынях? Оказалось, что они способны усваивать влагу, которая выпадает в виде росы.

Ну, а как быть микробам там, где даже роса выпадает редко? Ведь и такие места есть на земном шаре, например на сухих, бесплодных каменистых плоскогорьях Памира.

И вот советский ученый Владимир Оттонович Таусон отправился на Памир и нашел здесь большое количество бактерий. Он установил, что в абсолютно сухой период, продолжающийся шесть — восемь месяцев в году, микроорганизмы высыхают и находятся в состоянии скрытой жизни. Но, как только такие высохшие, но еще жизнеспособные микробы вновь оказываются во влажной среде, они впитывают в себя воду и оживают.

На земном шаре нет почти ни одного уголка, который был бы совершенно непригоден для жизни тех или иных микробов. Быстрые и медленные течения разносят их по морям и океанам, воздушные течения — по поверхности материков и островов. И везде, где микробы находят благоприятные для себя условия, они начинают быстро расти и размножаться.

Представьте себе болотце или даже лужу, оставшуюся у обочины дороги после сильного летнего дождя. Стоят ясные дни. Солнце хорошо прогревает стоячую воду. Проходит день за днем, и в каждой капле воды уже бьет ключом знакомая нам жизнь невидимок. Вытягивается лес водорослей — нитчаток. Резвятся под лучами солнца тысячи инфузорий, лебедки охотятся за безобидными туфельками, а иногда и сами попадают на обед страшным коловраткам. Инфузории сувойки кивают головками-колокольчиками, быстро машут своими ресничками и загоняют

себе в рот вместе с водой целые полчища бактерий.

А погода по-прежнему сухая и теплая. Солнце печет, и наше болотце или лужа постепенно высыхают. Все ближе к центру отступают берега маленького водоема, все тесней и тесней его обитателям. Прозрачная вода лужи стала совсем мутной — так набита она микроорганизмами.

Но вот последние капли влаги на исходе. На невидимый мир надвигается катастрофа. Тогда инфузории свертываются в шарики и одеваются в плотные оболочки — цисты, а бактерии выбрасывают споры.

На месте лужи теперь только сероватое пятно сухой пыли. Дунет хотя бы слабый ветерок, и вся эта пыль поднимается в воздух. А вместе с пылью улетят и цисты инфузорий, споры бактерий. Ветер унесет их вместе с бесчисленным множеством других телец: частицами почвы, спорами грибов, мелкими зернышками цветочной пыльцы, частичками угля, крошечными осколочками и волоконцами, отделившимися от скал, от одежды людей, от покровов животных.

Ветер поднимает пыль над землей все выше и выше. А там проносятся широкие и быстрые воздушные течения. Они подхватывают и уносят несметные полчища засохших микробов и их зародышей.

А чуть стихнет порыв ветра, и микробы уже оседают на землю, рассеивая повсюду свои зародыши. Они попадают в ручьи и реки, на склоны гор, в лужи, на кучи навоза и сора, садятся вместе с пылью на различные предметы, на шерсть и тело животных, попадают в нос, рот и легкие человека. Многие гибнут, другие раньше или позже попадают в благоприятные условия, «оживают» и размножаются. А на смену им ветер поднимает в воздух новые невидимые армии друзей и врагов человека.

Поэтому в воздухе всегда есть микробы. Но количество их различно. Это зависит от места, времени года, от высоты над поверхностью земли.

Еще Луи Пастер предполагал, что микробы переносятся по воздуху вместе с пылевыми частицами.

«Чем выше от поверхности земли, — говорил Пастер, — тем воздух чище, тем меньше в нем пыли. А раз так, то чем выше, тем меньше должно быть в воздухе микробов, носящихся на пылинках». Чтобы проверить, так ли это, Пастер поднялся на одну из снеговых альпийских вершин. Здесь он нашел микробов в воздухе на высоте в тысячу восемьсот метров над уровнем моря. Правда, их было немного. Зато у подножия гор, в большом городе, каждый кубический метр воздуха содержал более двадцати тысяч микробов.

«Мне бы хотелось, — заметил тогда Пастер, — подняться на воздушном шаре, чтобы проверить, есть ли микробы на очень большой высоте».

Но подняться на воздушном шаре Пастеру не пришлось.

Задуманный им опыт осуществил советский ученый Евгений Николаевич Мишустин в 1923 году. Ему уже не было необходимости пользоваться воздушным шаром. Мишустин поднялся над Москвой на специально оборудованном аэроплане. Над городом на разной высоте он обнаружил различное количество микробов. На высоте в пятьсот метров было до трех тысяч микробов в каждом кубическом метре воздуха, на высоте в тысячу метров — до тысячи восьмисот, а на высоте в две тысячи метров — только семьсот.

Вскоре поднялся ветер. Над городом поплыло пыльное облако, и число микробов в воздухе сразу возросло. На высоте в пятьсот метров ученый обнаружил теперь уже до восьми тысяч микробов в каждом кубическом метре воздуха.

В 1935 году ученые поднялись с кислородными приборами на высоту в шесть тысяч метров. Оказалось, что и здесь есть микробы.

Через несколько лет после этого советские стратонавты обнаружили микробов в пробах воздуха, взятых в стратосфере, на высоте в десять тысяч метров. А с помощью воздушных шаров-зондов удалось найти споры бактерий и грибков даже на высоте в тридцать тысяч метров. Правда, это были только единичные экземпляры.

Таким образом, микроорганизмы могут при помощи воздушных течений подниматься на такую высоту, которая пока еще не достигнута человеком. И все же в распределении микробов в воздухе есть определенная закономерность. Чем выше от поверхности земли, тем меньше микробов.

Особенно много их в верхних слоях почвы. В каждом грамме почвы живут сотни миллионов микробов. В одном наперстке почвы микробов больше, чем людей на земном шаре.

Из почвы часть бактерий попадает в реки, озера, колодцы. А верхний подсыхающий слой почвы является постоянным источником пыли и самых различных микробов, которые вместе с пылью могут переноситься ветром на огромное расстояние.

Однако не следует думать, что воздух над поверхностью земли всегда и везде одинаково насыщен микроорганизмами и их зародышами. Сравнительно мало микробов в воздухе лесных массивов и больших парков, очень мало их в морском воздухе и совсем не бывает в воздухе Арктики и Антарктики.

Зато в закрытых помещениях почти всегда много микробов.

Особенно это относится к помещениям, которые убираются небрежно, плохо проветриваются.

Ученый микробиолог Альфред Фишер как-то решил проверить, сколько микробов носится в воздухе его рабочего кабинета. Подсчет показал, что в каждом литре воздуха в среднем тридцать живых микробов и их зародышей.

Потом пришла уборщица и подмела пол сухим веником. Поднялось много пыли. Тогда ученый вновь провел исследование и обнаружил, что после небрежной уборки в каждом литре воздуха находится уже до ста десяти микробов — почти в четыре раза больше.

Сколько же микробов попало в организм ученого? Человек вдыхает примерно триста литров воздуха в час. Значит, до уборки ученый вдыхал вместе с воздухом девять тысяч микробов в час, а после уборки — уже тридцать три тысячи.

Но каким образом ученый узнал количество микробов в воздухе своего кабинета? Не мог же он переловить и пересчитать всех микробов! Ведь если бы это и было возможно, на это не хватило бы всей жизни человека.

На самом деле не так уж трудно узнать, сколько микробов носится в воздухе того или иного помещения — в жилой комнате, в школьном классе, в клубе.

Когда мы отправлялись путешествовать в страну невидимок, то запаслись самыми необходимыми предметами. В их числе были и плоские стеклянные чашечки с такими же плоскими стеклянными крышками. Собственно, это две одинаковые чашечки. Одна накрывает сверху другую и выполняет роль крышки. Такие чашечки очень удобны для разведения микробов и уже много лет верно служат микробиологам. Придумал эти чашечки русский ученый Л. Л. Гейденрейх. Позже один из учеников Роберта Коха подробно описал такие же чашечки, и они стали называться его именем — чашечки Петри.

Для подсчета микробов в воздухе нам потребуется только три такие чашечки. На их внутренней поверхности не должно быть ни одного живого микроба. Поэтому не следует забывать, что не только воздух, но и все окружающие нас предметы покрыты микробами и их зародышами. И как бы мы тщательно ни мыли чашечки Петри, все равно на поверхности стекла останется много микробов. Их можно убить только сухим жаром, паром или длительным кипячением в закрытом сосуде.

Кроме чашечек Петри, нам потребуется еще корм для микробов. Тот самый мясной отвар с желатиной, который применял Роберт Кох. В отваре тоже не должно быть микробов. Чтобы добиться этого, отвар можно разлить в стеклянные

пробирки, заткнуть отверстия пробирок ватой и в таком виде прокипятить.

Теперь возьмем три чашечки, обработанные паром или кипятком, и, не открывая, поставим их на стол в том помещении, где мы собираемся охотиться за микробами. Окна в помещении надо закрыть, никто не должен входить и выходить, двигаться следует медленно: ведь воздух в помещении должен оставаться спокойным.

Приготовленный мясной отвар с желатиной разольем в чашечки. Перед этим из предосторожности обожжем края каждой пробирки на огне спиртовки и сразу же выльем содержимое. И в этом случае мы не снимем крышек с чашечек, а только слегка их приподнимем, так, чтобы пылинка из воздуха не могла попасть внутрь.

Через некоторое время мясной отвар с желатиной застынет и сделается похожим на студень. На таком студне, как мы уже знаем, большинство микробов и их зародыши развиваются и размножаются отличнейшим образом.

Когда все готово, можно начинать опыт.

Одну чашечку со студнем оставим закрытой. Она будет контрольной, а две другие откроем на десять минут. Крышки с этих чашечек снимем осторожно, не перевертывая, и поставим рядом с чашечками. Ровно через десять минут таким же образом, не перевертывая крышек, закроем чашечки и перенесем их в теплое место.

На другой день посмотрим, что стало с нашим студнем. Если в чашечке, которую мы не открывали, на поверхности студня не произошло никаких изменений, значит опыт удался. В других двух чашечках мы наверняка заметим на поверхности студня пятнышки различной формы, цвета и величины. Это скопления миллионов микробов.

Когда мы открывали чашечки, микробы осели вместе с пылью на поверхность студня. Каждый микроб, попавший в благоприятные условия, начал быстро размножаться и вместе со своим многомиллионным потомством образовал на поверхности студня видимое невооруженным глазом пятнышко — колонию. Ведь в воздухе бывают споры и зародыши различных микробов. А различные микробы образуют колонии разной формы и цвета.

Теперь займемся подсчетом. В одной чашечке шестьдесят колоний, в другой пятьдесят четыре, а всего сто четырнадцать. Значит, в среднем в каждую чашечку Петри за десять минут упало вместе с пылью по пятьдесят семь зародышей микробов. А если мы заранее знаем, что за десять минут на кружок, равный чашечке Петри, оседают микробы из десяти литров воздуха, то

легко подсчитать, сколько их было в этих десяти литрах.

За десять минут на студне образовалось в среднем пятьдесят семь колоний. Значит, столько микробов содержится в десяти литрах воздуха, или 5700 в каждом кубическом метре.

Есть и другие способы подсчета микробов. Применяя различные методы, ученые могут определить число микроорганизмов в литре воды, килограмме почвы, всевозможных жидких, твердых, сыпучих телах.

Шаг за шагом продвигались исследователи по неизведанным дорогам страны невидимок. И с каждым шагом все дальше и дальше отодвигалась граница этой страны. Было время, когда весь невидимый мир представлялся людям в тесных рамках капли перечного настоя. Теперь этот мир оказался почти беспредельным. Не так-то просто было разобраться в миллиардах населяющих его существ. А сделать это было необходимо. Ведь теперь уже никто не думал, как это было во времена Левенгука, что «маленькие животные» просто необъяснимое «чудо природы».

«Чудо» оказалось вполне объяснимым и весьма распространенным явлением природы. А открытия Луи Пастера и его современников показали, что среди невидимок есть и друзья и враги человека.

И случилось так, что именно невидимки-враги привлекли к себе всеобщее внимание.

Невидимки-друзья были на время позабыты. Люди рассуждали так: «Они вездесущи, эти невидимки. Мириадами они населяют природу и повсюду окружают нас. Человек не видит их, но они незримо сопутствуют ему со дня рождения до дня смерти. В громадном количестве они встречаются в пище, которую мы принимаем, в воде, которую мы пьем, в воздухе, которым мы дышим. Окружающие нас предметы, наша одежда, поверхность нашего тела — все это буквально кишит микробами. И кто знает, сколько среди них коварных убийц, действующих бессмысленно и потому всегда беспощадно!»

Даже некоторые ученые от страха перед микробами заболевали своеобразной болезнью, в которой сами микробы были неповинны. Эта болезнь — микробобоязнь. Люди, заболевшие этой болезнью, ни на минуту не могли забыть микробов, которые грозят им смертью. Они боялись съесть лишний кусок, выпить лишний глоток воды, боялись протянуть руку своему другу, — а вдруг и на этой руке, думали они, притаились невидимые убийцы!

Величайшим торжеством науки было открытие предохранительных и лечебных прививок — вакцин и сывороток.

«Оружие против микробов найдено! — ликовали

микробиологи. — Правда, не против всех, пока лишь против немногих, пусть так, но это воодушевляет и обнадеживает! Теперь надо отыскать одного за другим всех болезнетворных микробов. И, отыскав, победить их».

Сотни самоотверженных охотников за микробами устремляются по следам микроскопических врагов.

Именно с этого времени начинается новый этап в исследовании страны невидимок.

Путь, по которому сообща шли охотники за микробами, теперь разделился. Перед исследователями лежали уже две дороги. И каждая уходила в заманчивую даль, манила неведомыми тайнами.

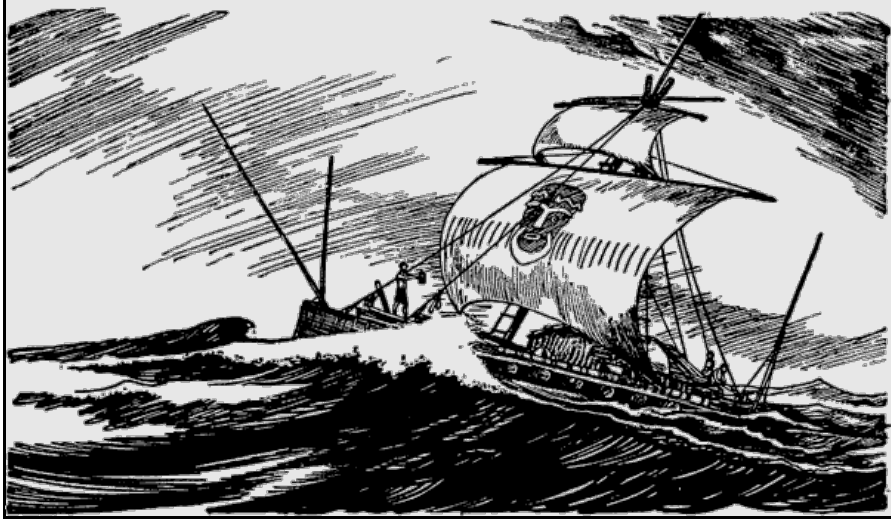
По одной дороге пошли те, кто посвятил свою жизнь поискам невидимых врагов и борьбе с ними. Другую дорогу избрали исследователи, которые решили отыскать полезных микробов и заставить их служить человеку. И те, что пошли по этому — второму — пути, говорили себе:

«Мир микробов слишком велик и разнообразен, чтобы поверить, что все существа, его населяющие, — виновники болезней. Не вернее ли другое: что количество болезнетворных микробов сравнительно с микробами безвредными и даже полезными для человека весьма ничтожно. Так же ничтожно, как ничтожно число ядовитых растений или животных среди общей массы растений и животных, населяющих землю.

Микробов в природе очень много. И, хотя каждый микроб крайне мал, все вместе они должны совершать огромную работу. Их деятельность не может не отражаться на различных процессах, происходящих в природе, — на жизни растений, животных и человека, даже на внешнем облике нашей планеты».

Ученые, думавшие так, оказались правы. Мы также отправимся по избранной ими дороге и познакомимся с новыми необыкновенными открытиями, сделанными в стране невидимок.

Глава третья
Первые обитатели



Великаны на иждивении карликов

Если бы весной и летом 1947 года какой-либо корабль уклонился от прямых морских дорог и попал в малопосещаемую часть Тихого океана, то команда и пассажиры этого корабля могли бы наблюдать удивительную картину. Они увидели бы прямой парус и шесть человек, которые спокойно покачиваются вверх и вниз на длинной, медленно катящейся волне, увенчанной белыми гребнями.

А если бы корабль подошел поближе, то с его высокой палубы открылся бы плот, глубоко сидящий в воде — плот из девяти огромных бревен легчайшего бальзового дерева, связанных веревками.

Именно на таком плоту норвежский ученый Тур Хейердал и совершил с пятью спутниками знаменитое путешествие через Тихий океан от берегов Перу до островов Полинезии.

Исследователи проплыли на примитивном плоту вдвое больше, чем Колумб во время его первого путешествия к островам

Вест-Индии, которое он совершил на хорошо оснащенных по тому времени мореходных кораблях.

Основной задачей экспедиции Хейердала было доказать, что древние жители Перу могли достигнуть на своих плотах островов Полинезии и заселить их.

Хейердал назвал свой плот именем легендарного вождя перуанцев — Кон-Тики. А после благополучного завершения экспедиции написал книгу, в которой увлекательно рассказал о приключениях путешественников и о тех научных наблюдениях, которые они сделали в пути. Есть там и страничка, посвященная мельчайшим обитателям морской воды — планктонным организмам.

«Планктон, — пишет Тур Хейердал, — это общее название для тысячи видов мелких существ, видимых и невидимых глазу, которые плавают в океане у самой поверхности. Некоторые из них являются растениями, а другие — свободно плавающими рыбьими икринками или крохотными животными.

Когда холодное течение Гумбольдта южнее экватора повернуло на запад, мы могли через каждые несколько часов вынимать из моря нашу шелковую планктонную сеть в виде воронки с пятьюстами ячеек на каждый квадратный сантиметр. И каждые несколько часов мы вынимали из сетки по одному — два килограмма планктонной кашицы. Планктон скоплялся в сетке напоминающими торт цветными слоями — бурыми, красными, серыми и зелеными, — в зависимости от того, по каким планктонным полям мы проходили.

Если бы у нас не было других способов проводить время на плоту, мы могли бы целыми днями лежать, уткнувшись носом в планктонную сетку. Разглядывая невооруженным глазом каждое из этих мельчайших существ в отдельности, мы могли любоваться бесконечным разнообразием фантастических форм и цветов».

Путешественники находили в планктонной кашице, собравшейся в сетке, крошечных ракообразных, икринки, личинки рыб и моллюсков, забавных миниатюрных крабов всех цветов и множество других мелких созданий. Все они были очень малы, и в каждом стакане морской воды путешественники насчитывали их тысячами.

«Эти почти невидимые планктонные организмы, которые в бесчисленном множестве плавают по океанам по воле течений, являются, без сомнения, очень питательной пищей для всех, кто движется в воде и над водой, — сообщает Тур Хейердал. — Если некоторые рыбы и морские птицы сами не питаются планктоном, то в таком случае они живут за счет других рыб или морских животных, которые, как бы велики они ни были, питаются им.

Эти мельчайшие морские организмы представляли собой неплохую пищу даже для нас, великанов, когда мы научились добывать их по стольку, за раз, чтобы хватило на приличный глоток.

То, что эти маленькие организмы достаточно питательны, доказано голубыми китами, которые являются самыми крупными в мире животными, а питаются планктоном».

Голубые киты достигают в длину двадцати метров и веса в сто пятьдесят тысяч килограммов. Подумать только, сколько миллиардов планктонных существ нужно на обед такому громадному животному! А ведь прямо или через посредство других животных планктон поддерживает жизнь всех обитателей моря.

Между тем количество планктона в море не убывает. И возникает вопрос: откуда добывают пищу сами планктонные организмы?

Летний планктон Черного моря (увеличение в 20 раз): 1 — веслоногие рачки и их личинки; 2 — ветвистоусый рачок; 3 — личинка краба; 4 — икринка рыбы; 5 — аппендикулярия; 6 — личинки моллюсков; 7 — инфузории-тинтинноидеи; 8 — диатомовые водоросли; 9 — перидинеи; 10 — ночесветка.

Крошечные, едва видимые невооруженным глазом существа,

которых рассматривали участники экспедиции на «Кон-Тики», питаются еще более мелкими организмами — невидимой частью планктона: микроскопическими существами, одноклеточными водорослями и различными инфузориями. Первые сами добывают себе пропитание из углекислоты и солей, растворенных в воде морей и океанов. Вторые питаются еще более мелкими существами — бактериями, обитающими в каждой капле воды. Так замыкается круг — от бактерий-невидимок до огромного кита. И это еще раз доказывает, что в природе все находится в тесной взаимосвязи.

Как много в море микроскопических существ, можно понять, наблюдая днем за окраской морской воды, а ночью — за свечением моря.

Эти явления описаны многими учеными, в том числе великим английским естествоиспытателем Чарлзом Дарвином.

Во время кругосветного путешествия на корабле «Бигль» Чарлз Дарвин много раз наблюдал, что скопление огромного количества микроорганизмов изменяет даже цвет морской воды.

«Когда мы находились неподалеку от островков Аброльос, внимание мое было привлечено красновато-бурым оттенком моря. Вся поверхность воды, как показало исследование ее под лупой, была покрыта как бы кусочками мелко искрошенного сена с зазубренными кончиками. То были крохотные цилиндрические водоросли, собранные в пучки или кучки, от двадцати до шестидесяти штук в каждой. Это тот самый вид водорослей, которыми покрыты огромные пространства в Красном море, откуда и произошло его название».

А у берегов Чили «Бигль» прошел однажды через большие пространства окрашенной воды. В стакане эта вода имела бледно-красный оттенок, а под микроскопом видно было, что она кишела множеством мельчайших животных, которые носились взад и вперед.

«Они очень малы и совершенно невидимы невооруженным глазом, так как каждое занимает площадь, равную всего лишь одной тысячной квадратного дюйма. Число их было бесконечно, потому что я находил их во множестве в самой маленькой капле воды, какую только мог выделить. Как-то раз мы в один день прошли через два таких водных пространства, одно из которых простиралось, должно быть, на несколько квадратных миль. Какое бесчисленное множество этих микроскопических животных!»

Наблюдал Дарвин и свечение моря.

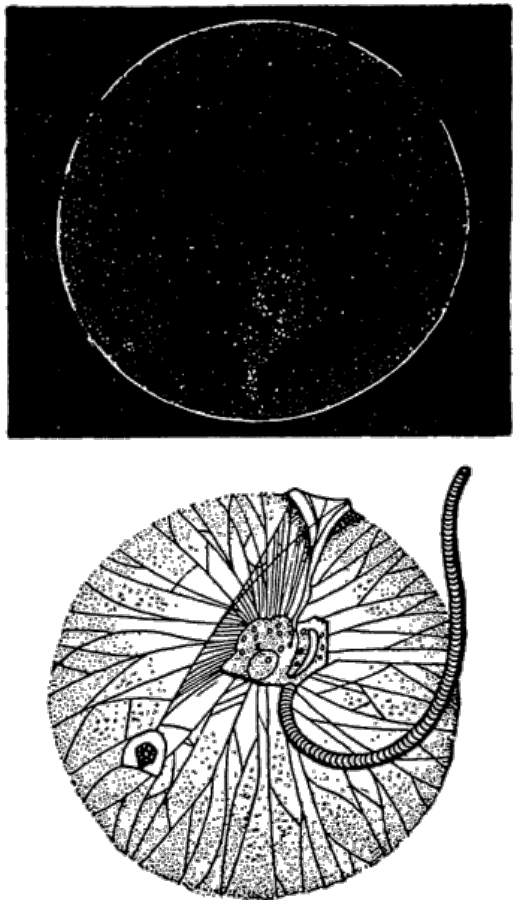
«Как-то в очень темную ночь, когда мы проплывали несколько южнее Ла-Платы, море представляло удивительное и

прекраснейшее зрелище. Дул легкий ветер, и вся поверхность воды, которая днем была сплошь покрыта пеной, светилась теперь слабым светом. Корабль гнал перед собой две волны точно из жидкого фосфора, а в кильватере тянулся молочный след. Насколько хватал глаз, светился гребень каждой волны, а небосклон у горизонта, отражая сверкание этих синеватых огней, был не так темен, как небо над головой».

Тайна светящегося моря была открыта много позже. Исследователь северных морей английский капитан Скоресби как-то попал у берегов Гренландии в полосу сильно светящейся воды. Там, где море было спокойнее, свет его был очень слаб. Но, как только волна ударяла о борт корабля, она вспыхивала тысячами искр белого цвета. То же явление можно было наблюдать, когда исследователь направился в шлюпке на берег: при каждом взмахе весел загорался целый фонтан из бесчисленных огоньков.

А на отлогий берег набегала волна за волной. И каждая волна, подходившая к берегу, вдруг начинала гореть, как масса расплавленного серебра. Она с легким шумом разливалась по песку и галечнику, покрывавшему берег, и широкая береговая полоса, смоченная морской влагой, загоралась синевато-зеленым пламенем. Не успевал этот свет гаснуть, как на берег набегала новая волна со сверкающим в темноте гребнем и снова покрывала весь берег светящимися струйками.

Заинтересовавшись этим явлением, исследователь наполнил водой матросскую кружку и, вернувшись на корабль, исследовал ее содержимое. Оказалось, что свечение моря вызывает инфузория типа жгутоносцев, которая получила имя «ночесветка». Это маленькое прозрачное животное при быстром движении и при соприкосновении с посторонними предметами светится фосфорическим блеском. Скоресби высчитал, что ночесветок в кружке было не менее ста пятидесяти миллионов.



Ночесветка и ее свечение (сильно увеличено).

Сколько же их должно плавать в морской воде, которая светится иногда на необозримом пространстве!

А профессор А. Г. Генкель обнаружил бактерии, которые, накапливаясь в воде в большом количестве, также вызывают свечение моря. Наполнив водой со светящимися бактериями двенадцать пробирок, этот ученый читал газету ночью, — так силен был испускаемый бактериями свет.

И если в одной матросской кружке, наполненной водой, было сто пятьдесят миллионов сравнительно крупных ночесветок, то сколько же должно быть мельчайших бактерий в каждой капле воды, чтобы заставить море гореть и искриться бриллиантовой россыпью!

В Каспийском и Азовском морях обнаружено по двадцать пять тысяч бактерий в каждом кубическом сантиметре воды.

Правда, каждая бактерия ничтожно мала. Однако вес одного миллиарда крупных бактерий составит примерно один

миллиграмм. А это значит, что общий вес бактерий, населяющих участок моря площадью в один квадратный километр и глубиной всего в десять метров, будет равен уже двум с половиной тоннам. А теперь подумайте над тем, сколько весят бактерии, живущие во всех морях и океанах, которые не только велики, но и глубоки.

Общая площадь морей и океанов — триста шестьдесят один миллион квадратных километров. При равномерном распределении воды по всему земному шару она покрыла бы нашу планету слоем в четыре километра толщиной. Какие несметные армии бактерий и других микроорганизмов могут поместиться во всей этой воде!

«Не один раз, — пишет Тур Хейердал, — люди умирали в море от голода, потому что им не попадались рыбы такой величины, чтобы их можно было бить острогой, ловить сетью или на крючки. В таких случаях нередко бывало, что люди плыли буквально в сильно разбавленной ухе… Если бы вдобавок к крючкам и сетям у них были приспособления для процеживания ухи, среди которой они находились, они могли бы получить питательную гущу — планктон. Когда-нибудь в будущем люди начнут, пожалуй, думать о сборе планктона в море в больших масштабах, как когда-то, давным-давно, им пришла в голову мысль о сборе зерна на земле. От одного зерна пользы нет, но в больших количествах оно становится пищей».

Когда роль планктона в природе стала понятной, ученые пришли к выводу, что подобные мельчайшие существа и должны были одними из первых появиться на Земле.

Этот вывод имел большое значение. Он помог воссоздать картину того, как возникла и развивалась жизнь на нашей планете.

Наука постепенно обогащалась знаниями о законах природы. То, что еще вчера казалось таинственным и непонятным, становилось простым и ясным. Теперь уже никого не могли удовлетворить легенды о том, что весь окружающий мир — все растения, животные и человек — был создан богами.

«Все в мире вечно изменяется», — говорили древние мудрецы.

Но это было смутной, хотя и верной догадкой. А теперь наука открыла законы, лежащие в основе изменений, происходящих в природе.

Раньше люди считали, что поверхность Земли всегда остается неизменной, что горы стоят там, где они стояли «со дня сотворения», реки текут по раз начертанным руслам, а море бьется в одних и тех же берегах.

Потом стало ясным, что лицо нашей планеты медленно, но

постоянно изменяется.

Поверхность суши днем нагревается солнцем, а ночью быстро остывает. Под влиянием резкой смены температур даже на самых прочных утесах появляются трещины, дождевая вода размывает и углубляет эти трещины, а ветер и песок изо дня в день обтачивают утесы со всех сторон. Они неутомимо дробят, точат, сверлят, шлифуют даже самые прочные скалы, как бы стремясь превратить неровную поверхность земли в гладкую равнину.

Самые высокие горные хребты разрушаются под напором быстрых горных ручьев и речек. Частицы разрушенных горных пород уносятся ручьями в долины и реки.

Реки, в свою очередь, размывают берега и несут к морю огромное количество песка и глины.

Сантиметр за сантиметром на дне морей образуются слои осадков толщиной в сотни и тысячи метров. Сдавленные громадной тяжестью верхних слоев, нижние уплотняются и превращаются в зависимости от своего состава в различные твердые горные породы: песок становится песчаником, а слои глины — глинистым сланцем.

В течение десятков миллионов лет этих осадков будет так много, что они заполнят отдельные участки моря.

А в морской воде живут разнообразные животные и растения. Они очень быстро размножаются и так же быстро погибают. Часть погибших морских обитателей погружается на дно моря, покрывается сверху песком и глиной. Сюда же вместе с речной водой попадают части наземных растений, остатки и даже целые трупы мелких и крупных животных.

Остатки растений и животных сохраняются в толще песка и глины длительное время. Они постепенно пропитываются солями, растворенными в морской воде, цементируются и становятся твердыми, как камень. С течением времени в пластах морских отложений образуются все новые и новые кладбища живых существ.

Морское дно постепенно поднимается, море отступает, а слои осадочных отложений вместе с окаменевшими остатками животных и растений становятся сушей. Иногда слои собираются в складки, которые поднимаются в виде гор.

Снова проходят тысячелетия. Горы размываются, выветриваются, и на их месте образуется равнина.

Вот почему разрез земной коры всегда имеет слоистый вид, а в отдельных слоях современной суши заключены остатки морских обитателей, животных и растений, живших в давно прошедшие времена.

Слои наносных отложений помогают ученым-геологам узнать

о событиях, происшедших на Земле, восстановить историю земной коры. А окаменевшие остатки и отпечатки растений и животных дают возможность ученым-палеонтологам представить себе, как выглядели эти растения и животные.

Было время, когда на месте современной Москвы расстилалось море, а на равнинах теперешней Украины жили обезьяны. Затем значительную часть поверхности Европы и Азии покрыли льды. В это время даже в Крыму жили полярные животные: песцы, северные олени, полярные жаворонки и тундровые куропатки.

А в еще более давние времена на месте вечно движущихся льдов Арктики был материк, покрытый тропическими лесами. В этих лесах также жили тропические животные, но они уже мало походили на современных.

Чем дальше в глубь веков, тем более резко сказывается различие между современными животными и их древними предками. Когда ученые исследовали очень древние пласты земной коры, они нашли там остатки необыкновенных, прямо-таки сказочных животных.

Почему же эти животные исчезли с лица Земли? Ответ на этот вопрос был дан русским ученым. Михаил Васильевич Ломоносов первым высказал мысль, что, когда изменялась поверхность Земли, изменялась и жизнь на ней, что не всегда живые существа были такими, как теперь, а «приняли со временем иной образ».

Изучая ископаемые остатки растений и животных, ученые установили, что все животные и растения, от простейших и до самых высокоорганизованных, представляют собой одну цепь, связанную родством, что изменяется, следовательно, не только мертвая, но и живая природа.

Но что заставляет животных и растения изменяться, постоянно совершенствоваться?

Был найден ответ и на этот вопрос. Чарлз Дарвин, обобщив данные, накопленные наукой, создал теорию развития жизни на Земле и подкрепил эту теорию множеством неопровержимых данных.

Дело в том, что, когда изменяются условия жизни на Земле, неизбежно должны изменяться и растения и животные. Но среди таких изменяющихся организмов происходит постоянный естественный отбор.

Животные и растения, которые стали более слабыми, менее приспособленными к окружающей природе, вымирали. Выживали только те, которые приобрели изменения, улучшившие их приспособленность к условиям жизни.

Так в процессе исторического развития благодаря естественному отбору живые организмы все больше совершенствовались.

На протяжении длительной истории Земли условия жизни изменялись иногда так резко, что целые большие группы растений и животных исчезали, уступая место другим, более совершенным, более приспособленным видам.

Таким образом, Дарвин доказал, что все разнообразные живые существа возникли естественным путем, в процессе очень долгого исторического развития. При этом более сложные существа произошли от более простых.

Сравнивая древних и современных животных и растения и располагая их последовательно, в зависимости от сложности организации, ученые получили как бы лестницу постепенного развития жизни на Земле. На нижних ступеньках этой лестницы были самые простые животные и растения, на верхних — самые сложные.

Для того чтобы мир живых существ стал сложным и разнообразным, потребовалось, конечно, много времени. И времени было достаточно. Ведь по самым скромным подсчетам жизнь на Земле существует не менее одного миллиарда лет.

В очень древних пластах земной коры ученые обнаружили отпечатки многоклеточных водорослей; там же были найдены окаменевшие остатки моллюсков, членистоногих и губок. В горных породах сохранились даже ходы червей, живших пятьсот семьдесят миллионов лет назад.

Чем старше горная порода, тем меньше в ней следов жизни. А в слоях земной коры, возраст которых превышает девятьсот миллионов лет, ни разу еще не удалось обнаружить остатки живых существ. Но зато в этих пластах есть такие вещества, которые и теперь накапливаются в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Это позволяет сделать вывод: в невероятно отдаленные времена на нашей планете уже жили какие-то неведомые нам существа, похожие на современных микробов. Эти микроскопические существа и были первыми обитателями нашей планеты.

И вот тут перед наукой возникла новая проблема. Откуда взялись микробы? А так как они первыми заселили Землю, то это было равнозначно вопросу: как вообще возникла жизнь?

Ответить на этот вопрос было нелегко.

В свое время Луи Пастер неопровержимо, казалось, доказал, что самозарождение микробов невозможно, что каждый микроб может появиться только от другого микроба. В этом заслуга Пастера. Но это не помогло понять, откуда взялся на Земле

первый микроб.

Между тем, если не ответить на этот вопрос, придется, пожалуй, рассказывать на новый лад старую религиозную сказку о том, что жизнь на Земле была сотворена богом.

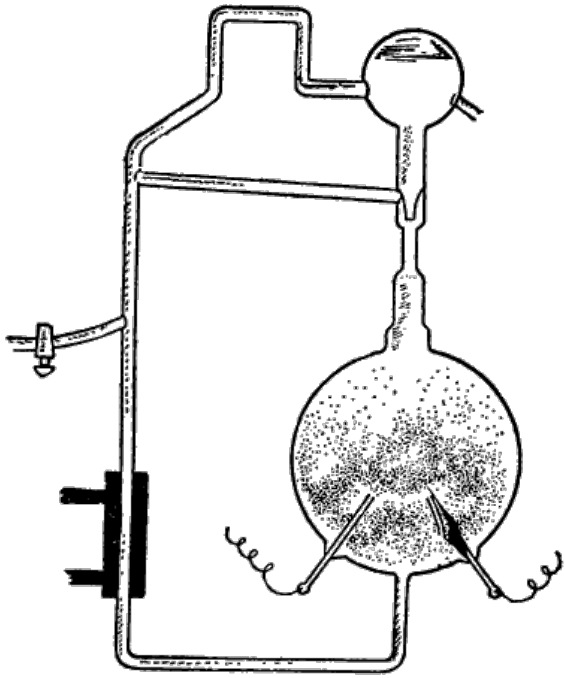
Однако наука не остановилась и перед этой загадкой природы. «Жизнь на Земле, — заявили передовые ученые, — могла возникнуть только естественным путем из неживой материи».

Но значит ли это, что Пастер был неправ? Вовсе не значит: каждый микроб действительно может родиться только от микроба.

Дело в том, что подробное изучение строения и жизни микроорганизмов показало, что они вовсе не так уж просты, как это казалось раньше. Поэтому трудно себе представить, чтобы столь приспособленные к условиям жизни организмы, имеющие сложное строение, могли возникнуть сразу, вдруг, из мертвой материи.

«Представьте себе, — говорил русский академик Сергей Павлович Костычев, — человека, утверждающего, что в результате какой-либо естественной причины, например вулканического извержения, вдруг возникла большая фабрика — с топками, трубами, котлами, машинами, вентиляторами и т. п. Ясно, что такое утверждение было бы воспринято как неуместная и неумная шутка. Однако даже простейший микроорганизм устроен сложнее всякой фабрики. Значит, его случайное возникновение еще менее вероятно».

Но ведь все современные живые существа, в том числе и микробы, возникли в результате длительного развития и совершенствования их предков. Значит, можно предположить, что в давние времена существовали организмы более мелкие и простые, чем самая простая современная бактерия, а много раньше — существа еще более просто организованные… Так, можно представить себе организм, настолько просто устроенный, что он мог возникнуть и непосредственно из веществ неживой материи.



Пропустив искровой разряд через смесь водорода, паров воды, аммиака и метана, ученые получили искусственным путем органические вещества.

Именно такой точки зрения придерживаются советские ученые. Они считают, что жизнь на Земле зародилась более миллиарда лет назад в результате развития неживой природы.

Советский ученый академик А. И. Опарин нарисовал картину того, как это могло произойти.

Теплые воды древнего океана покрывали молодую Землю. Из моря повсюду поднимались скалистые вершины горных хребтов. Множество действующих вулканов выбрасывали в атмосферу дым, пар и пепел. По склонам вулканов стекали в море потоки расплавленной лавы и ручьи с горячей водой.

Под влиянием морского прибоя, ветров, частых ливней и вулканических взрывов разрушались горные породы. На дне океана уже откладывались первые осадки — песок и глина.

В этот период жизни на Земле не было. Но в воде уже были в растворенном состоянии все те вещества, которые необходимы для построения живых организмов. Вначале это были простейшие соединения углерода с водородом, кислородом и азотом, из которых в теплых водах первобытного океана возникали всё более сложные органические вещества, со все более удивительными свойствами.

Со временем некоторые из этих сложных органических веществ приобрели способность обособляться в воде в виде отдельных капелек, обмениваться с окружающей водной средой различными веществами, увеличиваться в объеме и делиться.

Капельки эти еще не были живыми организмами, но они уже обладали основными признаками жизни: питанием, ростом и размножением. Все эти особенности продолжали совершенствоваться, а внутреннее строение капелек усложнялось.

Потребовалась, быть может, не одна сотня миллионов лет, прежде чем дальнейшее усложнение и совершенствование капелек живого вещества привело к образованию простейших живых организмов.

Первое население нашей планеты не отличалось разнообразием.

Это были простейшие одноклеточные существа, подобные бактериям, мельчайшим водорослям и микроскопическим грибкам.

Приспосабливаясь к изменяющимся условиям жизни, мир живых существ становился все более разнообразным и сложным. Мы пока не знаем, как выглядели первые живые существа, появившиеся на Земле, но уже твердо можно сказать, что микробы — пионеры освоения нашей планеты, самые древние наши предки. Они расселились в морях, на островах и материках и подготовили появление других, более сложных существ.

Но и этим далеко не исчерпывается роль обитателей страны невидимок в истории жизни на Земле.

Оказывается, что если бы не было микробов, то вся многообразная, богатая жизнь в морях и на суше исчезла бы и наша планета вновь превратилась бы в безжизненную, бесплодную пустыню.

Мир без микробов

Узкая тропинка, пробитая копытами диких животных, теряется во мраке тропической ночи. Над землей, в душном и горячем, как в бане, воздухе, поднимаются влажные испарения.

А вокруг, справа и слева, стоят стеной огромные стволы пальм, фикусов, мангровых деревьев, переплетенных между собой причудливой сетью гибких лиан.

Еще два — три поворота тропинки, и непроходимые джунгли расступаются. Перед нами небольшая поляна, окруженная

зарослями папоротников. Из-под бурого и зеленого мха, словно гигантские змеи, выползли и изогнулись обнаженные корни деревьев. Большие пни кем-то срубленных деревьев торчат тут и там.

И все вокруг светится. Рассыпанные по земле гнилушки, выпяченные из земли корни деревьев и даже полуистлевшие пни — все горит ровным молочно-белым светом. Удивительная, волшебная картина!

А вон там, у большого пня, вдруг засиял ярким зеленоватым светом факел, окруженный белой кружевной сеткой. Уж не снится ли все это?

Но подойдите поближе, и вы увидите, что это всего лишь обычный гриб. Днем вы не обратили бы на него внимания, так он невзрачен, а с наступлением ночи этот грязно-серый грибок внезапно выпячивается из мха и медленно расправляет около своей верхушки складки нарядного кружева, сплетенного из тонких белых нитей. Вот эти нити и испускают яркий изумрудно-зеленый свет, привлекающий ночных насекомых.

Ночные мотыльки, жуки и мошки слетаются отовсюду и копошатся в пахучей слизи, выделяемой грибком. Потом они улетают и разносят повсюду на своем теле споры — зародыши грибка.

Этот удивительный грибок жители Бразилии называют «дама в белом покрывале». Тайна его свечения объясняется просто. Для этого достаточно взять капельку слизи и исследовать ее под микроскопом. Вы увидите там множество бактерий. Размножаясь в слизи, выделяемой грибком, бактерии превращают его в изумрудно-зеленый факел.

Конечно, бактерии поселяются на грибке вовсе не для того, чтобы украсить тропический лес. Они просто питаются грибной слизью. Но из своего сожительства грибок и бактерии извлекают взаимную пользу. Бактерии пользуются грибной слизью, разлагают ее и освобождают светящиеся вещества, которые привлекают насекомых, помогающих размножению грибка. Это результат приспособления, сложившегося в течение многих тысячелетий.

Всю ночь пылает зеленоватый факел в лесах Бразилии. А утром на этом месте остается только кучка дурно пахнущей слизи. В ней все еще продолжают размножаться и пировать бактерии. Пройдет еще немного времени, и они уничтожат последние остатки «дамы в белом покрывале».

А теперь вспомните явление, которое можно часто наблюдать и в наших северных лесах.

Редко кому не приходилось теплой летней ночью охотиться

за летающими в воздухе яркими звездочками светляков. Вот одна из таких звездочек мерцает в траве. Охотник быстро накрывает ее рукой и уже торжествует победу. Но как горько разочарование: в руке — только крошечный обломок гнилого дерева.

Если вам придется испытать подобное, не выбрасывайте гнилушку, а сохраните ее и рассмотрите при дневном свете.

Обычный кусочек гнилой древесины. Даже от легкого прикосновения он рассыпается в труху. Но присмотритесь внимательней: труха, оказывается, вся пронизана тончайшими белыми нитями грибницы. Именно эти микроскопические создания, питаясь остатками дерева, и вызывают свечение гнилушки.

А сколько фантастических рассказов, сказок и повестей сложено вокруг блуждающих огней!

«Души умерших!» — говорили в страхе люди и спешили уйти подальше от слабых, колеблющихся огоньков, вспыхивающих неожиданно на болотах, на старых, заброшенных кладбищах.

Еще чаще блуждающие огни связывали с кладами, якобы скрытыми в земле.

Вспомните, как в «Заколдованном месте» у Н. В. Гоголя заблудился дед Максим:

«Поколесивши кругом, наткнулся он на дорожку. Месяца не было; белое пятно мелькало вместо него сквозь тучу.

„Быть завтра большому ветру“, — подумал дед. Глядь, в стороне от дорожки на могилке вспыхнула свечка.

— Вишь!

Стал дед и руками подперся в боки и глядит: свечка потухла; вдали и немного подалее загорелась другая.

— Клад! — закричал дед. — Я ставлю бог знает что, если не клад! — и уже поплевал было в руки, чтобы копать, да спохватился, что нет при нем ни заступа, ни лопаты.

— Эх, жаль! Ну, кто знает, может быть, стоит только поднять дерн, а он тут и лежит, голубчик…»

Между тем и в блуждающих огнях нет ничего таинственного. Ведь известно, что не все тела загораются одинаково. Одни из них, например солому, зажечь очень легко, другие надо предварительно сильно нагреть. А есть и такие вещества, которые загораются на воздухе сами собой. К ним относится фосфористый водород — соединение фосфора с водородом. Это бесцветный газ с запахом гнилой рыбы. В природе он часто выделяется из почвы, переполненной разлагающимися животными и растениями.

На болоте растут травы и мхи, в воде живут рыбы, жуки-плавунцы, личинки стрекоз и другая мелкота. Поколение за поколением эти существа погибают и заменяются новыми.

На дне болота накапливаются слои растительных и животных остатков. Это прекрасное место для обитания самых различных микробов. Они массами набрасываются на остатки животных и растений и разлагают их на составные части.

Все, что им нужно, микробы используют, остальное остается в воде, в почве болот или выделяется в воздух.

В живых организмах много фосфора. Когда ткани организма под воздействием микробов начинают разлагаться, фосфор переходит в почву. Часть его соединяется с водородом и образует фосфористый водород. Как только такой газ попадает в воздух, он самопроизвольно загорается. Если его много, огонь может быть до метра высоты.

Фосфористый водород очень легкий газ. Чуть дунет слабый ветерок, вспорхнет птица, пробежит животное — и пламя горящего газа заколышется, придет в движение. Потому-то такие огни и получили название блуждающих.

Значит, горящий факел тропического гриба, светящаяся гнилушка наших лесов и блуждающие огни на болотах — все это результат бурной жизнедеятельности микроорганизмов, световые сигналы, посылаемые нам из страны невидимок.

Следы постоянной работы обитателей этой страны мы встречаем повсюду, на каждом шагу.

Сегодня вы вынуждены были выбросить протухшую рыбу, масло, забытое на столе, прогоркло, молоко, оставленное с вечера на завтрак, скисло — превратилось в простоквашу.

На залежалом хлебе появился бархатистый буро-зеленый налет плесени. Такой же налет вы обнаружили на чуть помятом яблоке, на сыре, мокрых стенах плохо протопленной комнаты.

Во всем этом виноваты микробы.

Недавно скошенное сено, которое не успели переворошить после дождя, быстро почернело. Из ценного корма для скота оно превратилось в негодные отбросы.

Покосились и вот-вот упадут телеграфные столбы. Их древесина, вкопанная в землю, стала похожей на трухлявую губку.

И это работа микробов.

Тела погибших животных и растений и все предметы и продукты, изготовленные из этих тел, раньше или позже сгнивают. Чтобы понять, почему это происходит, надо знать, как питаются микробы.

Как и все живые организмы, микробы не могут существовать без пищи. Правда, они могут переносить длительный голод, но при этом клетки микроорганизмов не растут и не размножаются.

Палочковидные бактерии, образующие споры, называются бациллами.

Микробы, как и клетки всех других живых существ, построены из разнообразных и сложных органических веществ. Одной из особенностей таких веществ является то, что они сгорают без остатка. Но если сжечь сразу несколько миллиардов микробов, то после них останется немного золы. Значит, в состав микробов входят в небольшом количестве и неорганические вещества.

Все вещества — органические и неорганические, — нужные для построения своего тела, микроорганизмы берут из окружающей среды, то есть оттуда, где они живут.

Бывают микробы, которые способны, подобно зеленым растениям, сами создавать для себя питательные вещества из углекислоты воздуха и солей, растворенных в воде. Другие могут жить только за счет готовых органических веществ.

Некоторые из таких микробов-нахлебников очень прихотливы. Они нуждаются в сытном столе с уже готовыми блюдами и поэтому поселяются на поверхности или внутри тела животных или растений. Именно такие микробы вызывают заболевания.

Однако большинство микробов, хотя и использует готовые органические вещества, все же менее требовательно. Добывая для себя пищу, они проделывают большую работу. К таким микробам относится значительная часть бактерий, дрожжи и плесневые грибки. Они прекрасно растут на мертвых органических веществах и таких продуктах, как мясо, разные овощи и фрукты, хлеб, опавшая листва, солома, сено, сваленное дерево.

Мы уже знаем, что есть даже такие бактерии, которые способны усваивать органические вещества, совершенно

непригодные в качестве пищи ни для растений, ни для животных: нефть, керосин, древесную смолу, торф, каменный уголь, нафталин.

Но как могут крошечные невидимки с нежным телом, лишенные рта и желудка, питаться такими твердыми веществами? Ведь для них годится только такая пища, которая могла бы в виде раствора всасываться всей поверхностью тела.

Для того чтобы питаться, микробы должны жить в жидкой пище… А когда они поселяются на твердых веществах, то им приходится предварительно растворять их. Делается это с помощью особых веществ — ферментов. Незначительное количество этих веществ, выделяемых микробами, может растворять и изменять химическую природу огромных масс органических веществ.

Микробы — бактерии и микроскопические грибки, — попадая на остатки растений или трупы животных, размягчают, разжижают их ткани.

В благоприятных условиях микробы размножаются в огромном количестве, и гниение идет очень быстро.

Лишь в редких случаях, при низкой температуре или в очень сухом воздухе, трупы животных могут сохраняться длительное время.

Таким образом, все без исключения органические вещества подвержены гниению. Это еще один фронт, на котором человеку приходится сталкиваться с обитателями страны невидимок. Человек затрачивает много труда и средств на то, чтобы предохранить продукты. Миллионы и миллиарды тонн продуктов приходится сушить, солить, коптить, хранить в холодильниках, варить и запаивать в жестяные банки. Но мало высушить или заморозить. Надо еще следить, чтобы высушенное не подмокло, а замороженное не оттаяло, иначе все погибнет.

Значит, громадный вред людям приносят не только болезнетворные микробы, но и те, что вызывают гниение и порчу мертвых органических: веществ.

И, зная это, некоторые люди мечтают о том времени, когда наука найдет наконец средство уничтожить всех микробов. Тогда, по мнению этих людей, на Земле настанет поистине золотой век.

Исчезнут болезни и вызванные ими преждевременные старость и смерть. Человечество сохранит для себя миллиарды тонн пищевых веществ и сырья для промышленности, уничтожаемых ныне микробами. Уже не надо будет строить элеваторы для хранения зерна и консервные заводы для переработки продуктов, не нужны будут дорогостоящие холодильные установки. Прекратится падеж животных от

болезней, а полезные растения не будут поедаться заживо грибками и бактериями…

Когда автор этой книги был очень молод и учился в школе, он сам мечтал о таком времени. О своих мечтах он рассказал знакомому ученому-микробиологу. Ученый внимательно выслушал, а потом предложил маленькому мечтателю совершить вместе с ним воображаемое путешествие на один из миров, где были уничтожены все микробы.

И вот мы на планете, которая как две капли воды похожа на нашу Землю. Но какая страшная картина открывается перед нами!

Вся поверхность планеты представляет собой огромное кладбище. Трупы умерших животных, отмершие целые растения и их отдельные части, опавшая листва и хвоя, сучья и древесные стволы перемешаны в непередаваемом хаосе и покрывают поверхность этого страшного мира сплошным многометровым слоем. Только там, где раньше, наверное, были горы, теперь торчат из нагромождения растительных и животных остатков верхушки мертвых вековых деревьев. Ветер свистит в их голых, лишенных листьев и хвои ветвях, а сухие сучья время от времени ломаются с треском и падают на мертвый покров планеты.

И нигде вокруг, насколько хватает глаз, не видно даже признака жизни.

А на горизонте синеет залив моря и видны белые барашки сердитых волн. Быть может, в морской воде еще сохранились живые существа?

И мы спешим к берегу.

Но что это? Только тонкий слой воды, всего в несколько сантиметров, покрывает кладбище умерших морских животных и отмерших водорослей. А на берегу тянутся ряды высоких дюн. Но это не песчаные дюны. Они сложены из трупов крупных и мелких обитателей моря, выброшенных на берег штормовым прибоем. Море оказалось таким же безжизненным, как и суша.

«Вот что стало бы с нашей Землей, если бы на ней были уничтожены все микроорганизмы, — сказал ученый. — Ведь все живое в конце концов умирает. Сохнет трава на зеленых лугах, увядают цветы, опадает листва, рушатся на землю сухие стволы могучих деревьев. Гибнут птицы, пресмыкающиеся и четвероногие животные на суше. Гибнут земноводные, рыбы, раки, моллюски и морские звери в воде. Умирают люди. В обычных условиях все это неисчислимое количество трупов животных и растений быстро превращается в прах. А там, где нет микробов, там нет и гниения. Поэтому, если бы на Земле исчезли микробы, наша планета быстро покрылась бы толстым слоем

остатков ранее живших организмов. На ней не осталось бы места для новой жизни».

«Но ведь на Земле есть люди — разумные существа. Разве они не смогли бы очистить свою планету от трупов животных и остатков растений?»

Ученый ответил и на этот вопрос.

«Дело не только в свободном месте для новой жизни, — сказал он, — но и в тех веществах, без которых жизнь невозможна.

Вот, например, углерод. Он входит в состав тела микробов и клеток всех других организмов, населяющих землю. Без углерода жизнь невозможна. Но запасы углерода на нашей планете вовсе не беспредельны.

Растения получают углерод из углекислоты воздуха, а животные — от растений. Но в воздухе всего три сотых процента углекислоты. Таких запасов хватило бы ненадолго. Растения усвоили бы всю углекислоту, и жизнь на Земле прекратилась бы».

Подсчитано, что растения потребляют в год шестьдесят миллионов тонн углекислоты, а общие запасы этого газа в воздухе не превышают двух миллиардов тонн. Значит, запасы углекислоты в воздухе могли бы истощиться примерно за тридцать лет.

Правда, растения служат пищей для животных, а они при дыхании выделяют углекислоту и постоянно пополняют ее запасы в воздухе. Но ведь не все составные части растений, не все органические вещества годятся в пищу животным. Раньше или позже весь углерод оказался бы в составе таких веществ, непригодных для питания, превратился бы в мертвый капитал. И жизнь на Земле также прекратилась бы.

Только микробы могут разлагать все органические вещества животного и растительного происхождения.

Все, конечно, замечали, что уголь от костров, обгоревшие сучья, следы больших и малых лесных пожаров постепенно исчезают. Куда же девается уголь? Его разлагают микробы. Значит, даже уголь может служить им пищей.

Ничтожные по размерам, но способные проникать всюду, микробы разлагают все, даже самые крошечные пылинки органических веществ, которые ни животные, ни человек не используют, так как такие пылинки просто невидимы.

«Микробы, эти крошечные санитары, — пишет Владимир Оттонович Таусон, — настигнут и найдут пылинки органического вещества везде, куда не проникает ни одно животное, ибо куда попадают пылинки, могут попасть и попадают микробы, и притом тем же самым способом сообщения — по воздуху.

Они разыщут эти пылинки, как и все другое, что может быть пищей для них. Разыщут всюду — и в расселинах скал, и в песках пустынь, и на дне морей, и в снегах Арктики и Антарктиды, и на фирновых полях и ледниках горных вершин. Разыщут потому, что каждая пылинка органического вещества — это уже некоторый запас пищи для этих маленьких микробных клеточек».

При разложении органических веществ выделяется углерод, который вновь возвращается в воздух в виде углекислого газа.

За счет этой углекислоты вырастут новые растения.

При помощи энергии солнечных лучей эти растения будут улавливать углекислоту из воздуха и использовать ее на построение живых клеток своего тела. А потом растения попадут в пищу животным. И все начнется сначала.

Так благодаря микроорганизмам происходит кругооборот углерода и других веществ, необходимых для возобновления и совершенствования жизни.

Мы уже убедились раньше, что, не будь в морях и океанах микроорганизмов, там не смогли бы жить крупные и мелкие животные. Ведь все они прямо или через посредство других организмов питаются мельчайшими обитателями воды. Теперь мы можем сказать, что не только водные, но и все другие животные и человек состоят на иждивении невидимок.

Но если сказать только это, — значит, умалить значение микробов. Их роль в природе еще шире и многообразней.

Дело в том, что без микроорганизмов жизнь на Земле прекратилась бы гораздо раньше того времени, когда растения усвоили бы весь углерод из воздуха, ибо без микробов растения не смогли бы ни жить, ни развиваться. Да и планета наша без микробов выглядела бы совсем иначе. Не было бы многих гор, сложенных из известняка, в недрах земли не лежали бы пласты каменного угля и озера нефти, отсутствовали бы многие другие полезные ископаемые.

Но почему растения не могут жить без микробов? Какая связь между микроорганизмами и происхождением угля и нефти?

На все эти вопросы мы найдем ответ, если продолжим наше путешествие в стране невидимок.

Глава четвертая
Под шапкой-невидимкой

Живой камень и окаменевшие путешественники

Это было в январе 1832 года.

Корабль «Бигль», на котором путешествовал Чарлз Дарвин, огибал острова Зеленого мыса в Атлантическом океане.

Ясный воздух вдруг помутнел, горизонт пропал в серой мгле, солнце повисло в небе в виде тусклого оранжевого диска. Корабль попал в полосу густого тумана.

Но это был не обычный туман, а тончайшая пыль. Она носилась над морем в таком количестве, что загрязняла все на борту корабля, портила астрономические приборы, набивалась в глаза, проникала в легкие, вызывая мучительный кашель.

Все это не было неожиданностью для путешественников. В экваториальных широтах Атлантики часто появляются подобные пылевые облака. Иногда они так густы, что корабли, случалось, садились на мель из-за непроницаемого мрака.

Откуда же берется пыль над морем, вдали от берегов?

Пылевые бури проносятся над пустынями Африки и

пампасами Южной Америки. Вихри поднимают пыль в высокие слои атмосферы. Там она подхватывается воздушными течениями и уносится далеко в океан. Бывало, что пылевые туманы появлялись в двух тысячах морских миль от ближайшего берега.

Дарвин собрал пакетик буроватой пыли, осевшей на тонкой ткани флюгера, прикрепленного на верхушке мачты. Ученый был немало удивлен, когда увидел через лупу, что в пыли много сравнительно крупных каменных частиц. Но еще больше он удивился, исследуя эту пыль под микроскопом. Оказалось, что почти вся она представляет собой скопление высохших микроскопических животных, растений и их зародышей.

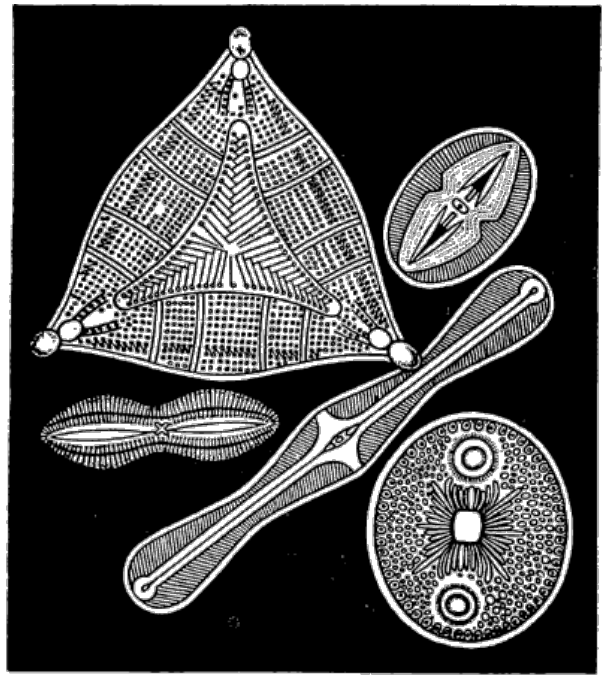
Более крупные частицы, которые Дарвин вначале принял за песчинки, оказались панцирями диатомовых водорослей. В одном грамме пыли он обнаружил шестьдесят семь различных видов живых существ. И многие из них «ожили», начали двигаться, расти и размножаться, как только были помещены в воду.

Пылевые облака, поднятые ветром над засушливыми просторами Венесуэлы и Аргентины, пересекают Атлантический океан и часто достигают Европы. Вместе с дождями пыль выпадает в окрестностях Средиземного моря — на южном берегу Испании, западных берегах Португалии и Африки. То, что эта пыль принесена из Западного полушария, легко доказать с помощью микроскопа: в пыли всегда есть инфузории и водоросли, обитающие только в Южной Америке. Особенно много при этом находят диатомей — тех самых хрустальных корабликов, которые мы видели, путешествуя в капле воды.

За время долгого пути через океан миллиарды диатомей падают в море, и все же целые тучи их достигают европейских берегов по воздуху. Какое же огромное число этих крошечных созданий должен поднимать ветер там, на степных просторах Южной Америки!

Диатомеи строят свои прозрачные раковинки-кораблики из кремнезема. Поэтому их еще называют кремнеземками. Из этого вещества образован обыкновенный кремень. Но в кремне есть посторонние примеси, придающие ему темный цвет. А чистый кремнезем бесцветен. Это кристаллы горного хрусталя и совершенно бесцветные песчинки на морском и речном пляже. Из такого чистого песка, смешивая его с содой и мелом, делают оконное стекло.

Кремнеземки водятся везде, где есть пресная или соленая вода. Но пресноводные кремнеземки не могут жить в соленой воде. А река миллиардами, каждую секунду уносит их в море. Здесь они и погибают очень быстро.



Разнообразны и красивы панцири диатомей-кремнеземок.

В Каспийском море пресноводные кремнеземки все же проникают на сто километров от берега, а в Караибском море даже на триста километров. Это объясняется тем, что большие реки, впадающие в море, сильно опресняют морскую воду. Однако это не спасает кремнеземок. Они все равно гибнут, падают на морское дно и год за годом, век за веком образуют толстые слои.

Море постепенно мелеет, и в устье больших рек появляются так называемые дельты: остатки кремнеземок образуют наносы, и река разделяется на рукава. Потом каждый рукав, в свою очередь, делится на более мелкие, и т. д. Из панцирей кремнеземок складываются отмели и даже большие и малые острова.

Именно такое происхождение имеют дельты рек Нила, Волги, Днепра, Невы.

В тридцати с лишним километрах от Ленинграда, в Финском заливе, есть остров Котлин, а на нем — город Кронштадт. Но пройдет примерно две тысячи лет, и остров Котлин соединится с материком.

Часть Финского залива, лежащая между Ленинградом и Кронштадтом, будет окончательно занесена пресноводными кремнеземками, которых ежеминутно массами приносит Нева.

Морские кремнеземки постоянно снуют в верхних слоях

морской воды. Именно они и составляют значительную часть планктона. И это имеет очень большое значение для всех обитателей моря. Ведь кремнеземки — водоросли, они сами готовят для себя пищу из мертвых неорганических тел природы.

Кремнеземками питаются мелкие ракообразные, тех поедают более крупные и мелкие рыбы. Без кремнеземок в конце концов исчезли бы все обитатели морских просторов, так как в море нет обычных зеленых растений, за счет которых живет население суши. Крупные же водоросли могут держаться только вблизи берегов.

А кремнеземки есть повсюду.

Они быстро размножаются и так же быстро гибнут. Несметное количество кремнеземок падает постепенно на дно моря и образует там толстый слой рыхлого кремнеземного ила. Под давлением верхних слоев нижние все более уплотняются. Потом слой ила может быть занесен песком или глиной, принесенными в море реками. Тогда ил уплотняется еще более.

Но море раньше или позже отступит. Иногда там, где было дно морское, поднимаются высокие горы, и тогда слои кремнеземного ила окажутся уже на суше.

А ведь история Земли измеряется миллиардами лет. За это время моря не раз отступали и наступали. Возникали и разрушались горные хребты. Поэтому почти повсюду среди пластов земной коры можно найти и слои кремнеземного ила. Они напоминают плотно спрессованную муку серого или белого цвета. Каждая крупинка этой муки, или, как ее еще называют, трепела, есть не что иное, как раковинка кремнеземки.

Кремнезем очень тверд. Поэтому трепел используют для шлифовки и полировки стекла и металлов.

Кремнеземки заселяют верхние слои морской воды. А на дне моря постоянно копошится невообразимое множество микроскопических животных — корненожек. Вы, конечно, помните корненожку из капли пресной воды. Она жила в домике из полупрозрачных песчинок. Через окошечко этого домика корненожка выпячивала часть своего слизистого тела. И этот выступ служил ей и «ногой», и «рукой», и даже «ртом».

Морские корненожки-фораминиферы, из крошечных раковинок которых сложены известняки и мел.

Точно так живут и морские корненожки. Только их раковины гораздо разнообразнее. Они обыкновенно состоят не из одной комнатки, как у пресноводных, а из нескольких. Комнатки лепятся друг возле друга и отделены перегородками. В каждой перегородке есть отверстие — окошечко. Сквозь такие окошечки полужидкое тело корненожки заполняет собой весь домик. Этот домик, следовательно, служит для корненожки жилищем и одновременно как бы прочным скелетом, опорой для тела.

В наружных стенах домика также много мелких отверстий: через них животное выпускает длинные корнеобразные «ножки».

У одних корненожек все комнатки в домике расположены в один ряд, у других — они лепятся одна за другой, образуя спираль, вроде раковины улитки. Иногда комнатки сбиты в кучу, и тогда домик походит то на шарик, то на лепешку.

Ученые знают уже более тысячи видов различных морских корненожек. Есть среди них такие, что строят домики, подобно своим пресноводным собратьям, из песчинок. Но большинство использует в качестве строительного материала углекислую известь — ту самую известь, из которой состоят камень известняк, мел и некоторые другие горные породы. Все они сложены из раковинок мельчайших морских обитателей — корненожек.

Известняк образует местами высокие горы. Бесчисленное множество корненожек, из которых сложен этот известняк, жило когда-то на дне моря. Их раковинки покрывали морское дно слой за слоем. Рыхлый слой известнякового ила постепенно становился более плотным. Раковинки корненожек плотно склеивались друг с другом, а сверху их давили новые морские отложения, и слой ила уплотнялся еще сильнее. В результате он стал твердым камнем — известняком.

Значит, известняки, которые мы находим теперь на суше, отложились на дне морском. Они состоят из раковинок корненожек, подобных тем, что и в наши дни обитают на дне океана.

Известняка на земле очень много. Люди используют его для мощения улиц в городах, для строительства домов — при производстве цемента и бетона.

Некоторые города, например Париж и Одесса, почти целиком построены из известняков.

Однако история корненожек на этом не кончается. Ведь земная кора никогда не остается в покое. В одних местах она

медленно опускается, в других поднимается. В результате пласты известняка попадают иногда на большую глубину. Там, в недрах Земли, очень жарко. От сильного давления и высокой температуры известняки изменяются еще сильнее — они превращаются в очень твердый мрамор. Этот красивый и прочный камень идет на облицовку самых лучших зданий, на сооружение памятников, для создания произведений искусства.

Вспомните историю корненожек и тогда, когда в школе вы возьмете в руки кусочек мела. Ведь и он почти целиком состоит из раковинок этих мельчайших морских животных.

В верхних слоях морской воды плавает масса очень интересных животных — лучевиков, или радиолярий. Это родственники корненожек. Но по форме своих раковинок и по материалу, из которых эти раковинки построены, они напоминают кремнеземок.

Тело лучевиков, как и тело корненожек, — крошечная капелька слизи. От этой капельки во все стороны вытягиваются тонкие нити-лучи. Они соответствуют выступам — «ножкам» корненожек. Лучевики могут втягивать свои нити и снова выпускать их. С помощью этих нитей они и захватывают добычу и поедают ее, но ползать по дну моря подобно корненожкам не могут.

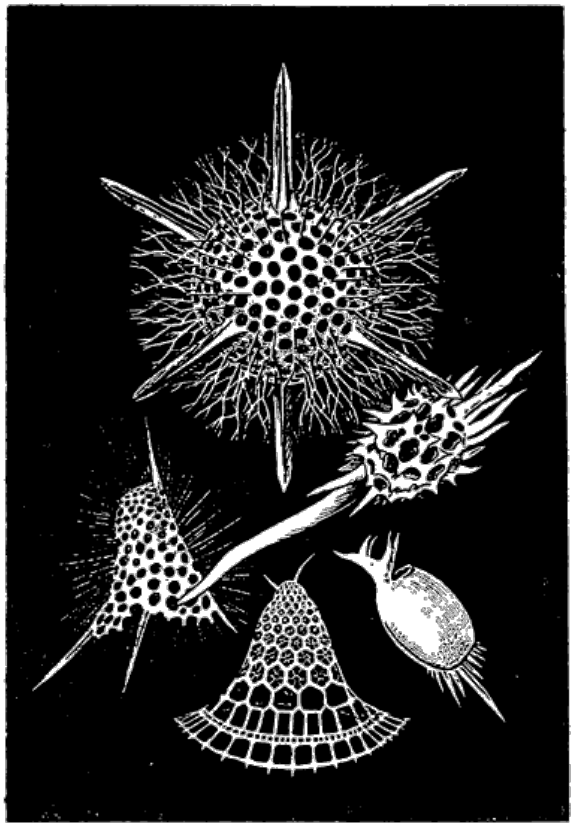
Ближайшего родича лучевиков мы видели в капле воды. Это — солнечник. Только у морских солнечников-лучевиков тело не голое, а спрятано в прозрачную ажурную раковинку из кремнезема.

Лучевики обычно плавают на поверхности моря, медленно покачиваясь на волнах. Здесь больше воздуха и света, много мельчайших водорослей и крошечных морских животных, которыми лучевики питаются. Морские течения переносят лучевиков с одного места на другое. Даже легкий ветерок гонит их по поверхности воды и иногда собирает вместе такую массу лучевиков, что они, сцепившись своими раковинками, образуют слой, тянущийся по морю на многие километры. А когда поднимается более сильный ветер и поверхность моря покрывается рябью, лучевики, как по команде, опускаются поглубже. Пройдет только час или два — и уже ни одного лучевика не найдешь там, где море только что было наполнено ими. Они так же быстро и неожиданно исчезают, как перед тем появились.

Лучевики сами плавать не могут. По морю их переносят волны и ветер. Но в полужидком теле лучевиков есть множество мелких пузырьков, наполненных жидкостью более легкой, чем морская вода. Количество жидкости в пузырьках то уменьшается,

то увеличивается. Пузырьки становятся то больше, то меньше. И чем больше пузырьки, тем легче по сравнению с водой тело животного, и наоборот. Вот почему лучевики могут всплывать и погружаться, словно микроскопические подводные лодочки.

Раковинки лучевиков очень разнообразны по форме: шарики, колпачки, обручи, крестики, кружочки, звездочки… Все эти фигурки очень красивы и геометрически правильны. Они украшены тончайшим каменным кружевом и такими же каменными иглами.



Морские лучевики-радиолярии.

О лучевиках-радиоляриях написано много книг, составлены атласы с тысячами рисунков. Но ученые говорят, что эти атласы не содержат и сотой части всех существующих форм этих животных.

Когда лучевики погибают, они опускаются на дно моря и вместе с кремнеземками образуют толстые слои ила. Поэтому в горной муке — трепеле — иногда преобладают кремнеземки, в других случаях — лучевики.

В нашей стране трепел добывают недалеко от Ульяновска, в

Воронежской и Курской областях. Когда-то, в древние времена, над этими местами колыхались волны глубокого моря. В его водах сновали мириады кремнеземок, носились по воле течений ажурные радиолярии. Микроскопические путешественники рождались, умирали и устилали слой за слоем своими раковинками морское дно. И вот прошли миллионы лет и теперь эти окаменевшие в недрах Земли путешественники верно служат человеку.

Так была открыта тайна происхождения трепела, мела и известняков. Ученые находили в известняках не только панцири морских корненожек, но и остатки более крупных морских животных: скелеты кораллов, раковины моллюсков, панцири морских ежей и членики морских лилий. По этим остаткам можно было определить прошлое того или иного известнякового пласта.

Потом нашли и такие известняки, где не было никаких следов живых организмов. Оказалось, что именно таких известняков с однородным строением больше всего. Даже микроскоп не открывал в них ничего, что указывало бы на их происхождение. Их историю, казалось, никогда не удастся восстановить. Ученые долго и упорно спорили, выдвигали различные теории, но все безрезультатно.

Только в 1932 году удалось добиться окончательного разрешения этой загадки. Оказалось, что тысячеметровые толщи однородных известняков возводят мельчайшие из мелких существ — бактерии.

Открытие это сделали микробиологи. Они по-прежнему разводили микробов на питательном студне и часто замечали, что вокруг видимых простым глазом колоний бактерий образуются какие-то белые полоски. Исследовав эти полоски, ученые убедились, что они состоят из очень мелких крупинок извести.

Потом установили, что многие бактерии способны осаждать известь из растворов, в которых они живут.

На Северном Кавказе, в городе Пятигорске, есть источник, который носит имя великого нашего поэта М. Ю. Лермонтова.

Ручеек журчит по склону горы и слой за слоем выстилает известью свое ложе и берега. Это обычное явление природы никого не удивляло. Мало ли какое вещество могут выносить горные ключи на поверхность из глубинных недр Земли! Но вот советский ученый, академик Борис Лаврентьевич Исаченко, исследовал кристаллы извести с берегов лермонтовского источника и обнаружил там… скопление бактерий.

Когда этих бактерий перенесли в лабораторию, они и в

пробирках продолжали свою работу. Бактерии выделяли слизь, и в ней из веществ, растворенных в воде, отлагали кристаллы извести.

А дно высокогорного озера Севан в Армении все покрыто, словно цементом, непроницаемым слоем извести. Вода озера как будто налита в прочную каменную известняковую чашу. Вся эта известь — результат многовековой деятельности бактерий.

Примерно то же самое происходит постоянно в морях и океанах. Толстый слой ила устилает подводные долины, равнины и горы. В иле живут мириады бактерий. Они деятельно разлагают остатки погибших морских обитателей — животных и водорослей. Одни вещества, полученные при разложении, используются самими бактериями, другие отлагаются на дне или растворяются в морской воде. В результате морская вода всегда богата соединениями элемента кальция. Соединения эти попадают и в верхние слои морской воды, где условия жизни иные и живут поэтому другие виды бактерий. Эти бактерии продолжают разлагать соединения кальция. В результате остается углекислый кальций или известь, которая и осаждается на морское дно.

Проходят миллионы лет, и из крошечных крупинок извести на дне моря образуются тысячеметровые толщи тех самых известняков с однородным строением, происхождение которых долгое время казалось неразрешимой загадкой.

Но раз бактерии способны создавать пласты и целые горы известнякового камня, то, быть может, их деятельностью можно объяснить и происхождение многих других горных пород?

Сделав это предположение, ученые начали исследования, которые скоро увенчались новыми открытиями.

Задолго до этого, в 1837 году, в голландском городе Амстердаме вдруг начали темнеть стены домов, оконные рамы и двери. Вскоре они стали почти черными. Весь город по непонятной причине оделся в траур, напугавший суеверных горожан. Ученые вспомнили это происшествие, когда проникли в тайны мира невидимок.

Амстердам весь изрезан большими и малыми каналами. На дне каналов скопилось огромное количество городского мусора и других отбросов. На залежи нечистот в каналах набросились полчища бактерий. Отбросы разлагались и выделяли газ — сероводород, который и вызвал потемнение городских строений.

Все, кому приходилось бывать в Одессе возле мелководных морских заливов — лиманов, — знают, что там в воздухе постоянно чувствуется неприятный запах тухлых яиц. Это и есть запах сероводорода.

Бактерии разлагают остатки животных и растений на дне мелководных заливов, а сероводород выделяется в воздух. Так происходит во всех пресных и соленых водоемах с застойной водой. В Черном море на глубине двухсот метров также содержится большое количество сероводорода, который накапливается в результате деятельности бактерий, живущих на дне моря.

Все это очень просто. Но вот в конце прошлого века немецкий ученый де Бари нашел в воде мелководных заливов с гниющим илом гигантских бактерий. Они были похожи на вытянутые нити длиной до одного сантиметра. Каждую такую бактерию можно разглядеть невооруженным глазом. Но каждая представляла собой уже не одну микробную клетку, а несколько, соединенных в длинную нить. Такие нити могли передвигаться в воде, как единое целое.

Бактерии-великаны заинтересовали де Бари. Он стал их исследовать под микроскопом и установил, что великаны бывают разные: одни бесцветны, другие окрашены в пурпурный, красный, розовый и зеленый цвета. Но все они имели один общий признак: в их теле ученый находил капельки какого-то золотистого вещества. Вначале де Бари подумал, что это скопления жира. Потом оказалось, что это чистая сера. Но зачем микробам сера? Это казалось совсем уж необъяснимым.

Загадка бактерий-великанов заинтересовала и молодого русского микробиолога Сергея Николаевича Виноградского. Но и ему решение долгое время не давалось в руки.

«Это меня прямо-таки томило, — рассказывал потом Сергей Николаевич. — Не было и намека на идею, которая пролила бы свет на это явление».

Нужная идея пришла на ум ученому, как это часто бывает, совершенно неожиданно.

Как-то осенью Виноградский гулял под мелким дождичком по малолюдным улицам большого города. Подняв воротник пальто, он медленно шагал вперед, а в мыслях все всплывал и всплывал уже надоевший вопрос: откуда и почему накапливается сера в теле микробов?

Остановившись возле канала, пересекавшего город, Виноградский задумчиво смотрел на темную, словно свинцовую воду. Там, где волны канала бились о гранитные стены набережной, на камнях во всю длину канала тянулась ровная белая линия. Кто, с какой целью прочертил эту линию на теле гранита? Для Виноградского-микробиолога это было ясно. Ведь бактерии постоянно разлагают различные отбросы на дне канала. В результате в воде остаются соединения кальция, которые

используются для питания другими бактериями, а остаток в виде извести осаждается на стенках набережной…

И вдруг точно яркий свет блеснул впереди: ведь именно так можно объяснить и тайну бактерий-великанов. Простая мысль подсказала нужное решение. Все, что за минуту перед этим казалось сложным и запутанным, стало вдруг простым и ясным.

«Но это же совсем, совсем просто!» — повторял ученый, почти бегом возвращаясь в свою лабораторию.

Первые же опыты показали, что догадка, пришедшая на ум в дождливый осенний день, была правильной.

«Гигантские бактерии питаются сероводородом, а капельки серы — это отбросы», — таков был вывод.

Бактерии-великаны, которых назвали серобактериями, используют для своего питания сероводород. Они разлагают сероводород, а чистая сера капельками отлагается в их теле.

Но жизнь серобактерий так же коротка, как и жизнь других микроорганизмов. Массы отмерших бактерий разлагаются и освобождают заключенную в них серу. Проходят годы, столетия, и из мельчайших капелек серы образуются целые залежи этого минерала.

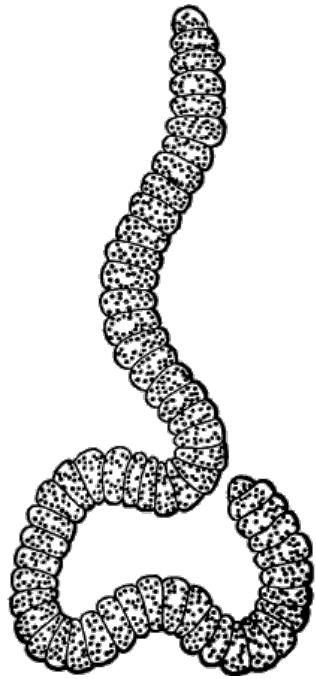
Ученые считают, что именно так произошли богатые месторождения серы, открытые на Кавказе, в Средней Азии и во многих других местах. А ведь сера — ценное ископаемое. Она нужна для приготовления красок: синей, золотой и алой. Из серы получают серную и сернистую кислоты. Без серы нельзя каучук превратить в резину. Сера используется при производстве спичек, пороха, некоторых лекарств.

Открытие серобактерий помогло Сергею Николаевичу Виноградскому сделать смелое предположение, которое многим показалось необоснованной фантазией.

«Колоссальные залежи железных руд, — заявил он, — также должны быть приписаны деятельности бактерий».

«Железо и бактерии! Ну что общего может быть между ними?» — говорили люди и с сомнением покачивали головами.

А между тем Виноградский был прав.



Гигантская нитчатая серобактерия, найденная французским ученым де Бари. Внутри ее видны капельки отложившейся серы (увеличено).

В 1905 году в немецком городе Дрездене вышел из строя городской водопровод. Трубы диаметром в десять сантиметров заросли изнутри отложениями железа. Все это железо в водопроводных трубах накопили бактерии.

Каждому случалось видеть ржавые настои в воде прудов, озер, в водных прогалинах лесных болот. Или, например, красно-бурый войлок, устилающий местами дно горного ручейка.

Все это — рои железобактерий. Они живут повсюду — на севере и на юге. Их можно найти даже в воде мокрых болотистых лугов. И везде, где поселяются железобактерии, они находят самую ничтожную частицу соединений железа, извлекают ее из раствора, поглощают, впитывают в себя. А ведь соединения железа есть почти во всякой воде.

На поверхности Земли постоянно выветриваются, разрушаются в мелкую щебенку и даже в мельчайшую пыль твердые и рыхлые горные породы. В их составе всегда есть то или иное количество железа. Вместе с каменным щебнем, песком и глиной оно выносится дождевыми потоками и горными ручьями в долины. Сюда же поступает вода ключей и подземных ручьев, которые выносят железо из горных пород, лежащих иногда на

большой глубине.

В результате болота, озера, пруды и реки постоянно пополняются растворимыми в воде соединениями железа. А это все, что нужно для жизни неприхотливых железобактерий. Их клетки, подобно серобактериям, соединены в длинные, а иногда ветвистые нити. Каждая нить покрыта сверху защитным слизистым чехлом. Концами своих нитей железобактерии прикрепляются к камням или песчинкам, лежащим на дне рек и озер, к стеблям или листьям водных растений и часто покрывают их сплошным войлоком.

Железобактерии — творцы железных руд (сильно увеличено).

Вода постоянно со всех сторон омывает клетки бактерий, а они захватывают и впитывают растворенные в воде сложные соединения железа. В теле бактерий эти соединения разлагаются на более простые. Остается окись железа, нечто вроде ржавчины, которая отлагается в слизистом чехле бактериальных нитей.

Постепенно железа накапливается все больше и больше. Тогда за слоем ржавчины уже нельзя разглядеть ни самих бактерий, ни их слизистого чехла. Они скрываются в плотных железистых футлярах.

«Вода ржавая», — говорят обычно, когда находят на дне ручья, озера или болота рыхлые бурые хлопья.

Эти хлопья сложены из множества нитей железобактерий, покрытых железистыми чехлами. В этом легко убедиться, если рассматривать ржавый осадок под микроскопом.

Поколение за поколением железобактерии отмирают, а накопленное ими железо отлагается на дне водоема, образуя иногда толстый слой рыхлого ржавого осадка. Слой этот со временем уплотняется, погребая в своей толще стебли и корни

водяных и болотных растений. Но тут в дело вступают другие бактерии. Разлагая растительные остатки, они, будто по специальному заказу, очищают отложения железа от посторонних примесей. А слой железистого ила продолжает уплотняться. Так образуются отложения бурого железняка.

Очень часто к осадку железа примешивается песок, который уплотняется вместе с железом в одно целое. В результате получается уже не бурый железняк, а железная руда с примесью посторонних веществ.

В зависимости от происхождения железную руду называют болотной, озерной или луговой. Если же песка было так много, что он составляет бóльшую часть слоя, то со временем из таких отложений получается уже не железная руда, а горная порода — железистый песчаник.

В каждом литре воды редко бывает больше двадцати пяти тысячных грамма соединений железа. А залежи железной руды содержат иногда миллиарды тонн железа.

Нет ли здесь неувязки в подсчетах? Откуда могут бактерии собрать столько железа, когда они сами так малы и ничтожны, а в воде железа немного? Однако и в этом нет ничего удивительного. Все дело в масштабах, в которых происходят в природе процессы образования руды. Ведь в реках, озерах, прудах и болотах содержатся не литры и не тысячи литров, а сотни миллионов кубических литров воды. Железо, которое растворено в этой воде, вылавливают не тысячи и не миллионы, а миллиарды миллиардов бактерий.

Владимир Оттонович Таусон подсчитал, что все реки такой маленькой страны, как Финляндия, выносят ежегодно в море семьдесят кубических километров воды. И вот оказалось, что внутри страны в каждом литре воды содержится до двенадцати тысячных грамма железа. А в море с каждым литром воды попадает только две тысячные грамма.

Куда же девается остальное железо? Все оно улавливается по пути железобактериями. А ведь это значит, что на территории одной только Финляндии бактерии осаждают более полумиллиона тонн железа ежегодно.

Ученый предположил, что лишь пятая часть этого железа может превратиться в железную руду. Но и тогда получится около ста пятидесяти тысяч тонн железа в год.

Вот и попробуйте представить себе, какое огромное количество железа осаждают ежегодно бактерии на всем земном шаре. А как ценно, как необходимо человеку железо, это все, конечно, знают.

Бывает, что в воде вместе с железом содержится марганец.

Железобактерии не отказываются и от этого металла. И как бы мало ни было марганца в воде, они все равно его отыщут и отложат в своих слизистых футлярах. Проходят столетия, и образуются залежи марганцевых руд.

Наши старые знакомые — серобактерии — также не очень капризны в выборе меню. Они способны усваивать не только соединения серы, но и меди.

Как-то ученые занялись исследованием слоистой горной породы — медистого сланца. Порода эта содержит много меди и представляет поэтому большую ценность.

Микробиологи нашли в медистом сланце мертвых, окаменевших, но хорошо сохранивших свою форму микробов. Оказалось, что они очень похожи на серобактерий, которые живут и в наши дни. Тогда микробиологи предположили, что именно серобактерии и отложили медь в этой горной породе.

Имелось, правда, одно обстоятельство, мешавшее поверить в это. Дело в том, что медь очень ядовита для всех живых организмов. Следовательно, бактерии, усваивая соединения меди, должны были бы обязательно погибнуть. Но микробиологи поставили специальные опыты и доказали, что ядовитое действие меди начинает сказываться только тогда, когда ее много. В небольших же количествах соединения меди не только не губят микроорганизмы, а, наоборот, ускоряют их развитие.

Удивительные дела способны творить армии мельчайших бактерий на нашей планете.

Мы уже проделали немалый путь в стране невидимок. Вначале мы увидели их только как «маленьких зверюшек», забавных и никчемных обитателей капли воды.

Потом оказалось, что среди них есть деятельные помощники и злейшие враги человека.

А теперь мы опять увидели их, но уже в ином свете.

Именно они, эти вечные вездесущие странники, были первыми обитателями Земли. Везде и всюду они расчищают место для новой жизни, вновь освобождают вещества, без которых жизнь была бы невозможна.

Бесчисленные армии невидимок производят работу, посильную только для сказочных богатырей.

Правда, их не увидишь, этих великанов, они работают под шапкой-невидимкой, но следы их титанической деятельности не исчезнут никогда.

Богатыри-невидимки воздвигают огромные горы, отлагают тысячеметровые пласты земной коры, накапливают в недрах драгоценные клады многих минералов и металлов.

Но и это еще далеко не все. Микроорганизмы собирают,

накапливают и хранят для нас бесценную энергию — свет и тепло солнца.

Солнечные клады

Камни! Сколько их лежит на поверхности и в недрах Земли!

Есть люди, которые никогда не видели пальм, банановых деревьев или рисовых плантаций. Мало кто видел хлебное дерево. Но для жителя Новой Зеландии хлебное дерево такая же обычная вещь, как для нас яблоня или береза. Зато жители жарких островов в Тихом океане никогда не видели наших могучих хвойных лесов.

А камни есть везде. Это скалы горных хребтов, булыжник мостовой, стены современных зданий. Это гранит, мрамор, известняк, руда на заводе и даже соль в нашей солонке.

А сколько камней в горах Урала! Там добывают зеленый малахит и буро-черный с алмазным блеском колумбит, радужный лабрадор и красный порфир, разнообразные драгоценные самоцветы.

Немало чудесных легенд и сказов сложил народ о камнях Урала. Один такой сказ записал известный уральский писатель Бажов.

«Много народу, — говорится в том сказе, — понаехало на Урал после гражданской войны. А больше всего хищников-старателей, что камни искали, а потом купцам-перекупщикам продавали. То тут старатели ковырнут, то там. Только портят камень, а толку никакого. Старым уральским каменных дел мастерам это не понравилось.

И задумали они к Ленину ходоков послать, чтобы уральские камни от хищников уберечь. Задумано — сделано.

Пошли к Ленину два старика — Вахоня да Садык. Добрались они до места и, ни слова не говоря, развязали свои мешки и давай камни Ленину показывать.

— Амазон-камень, колумбит-камень, лабрадор-камень…

Владимир Ильич удивился.

— У вас, — говорит, — из разных стран камни есть…

Старики соглашаются:

— Правильно, товарищ Ленин. Со всех сторон в наши горы камни сбежались. В Еремеевской лесной даче даже солнечный камень есть.

А Владимир Ильич улыбнулся и, показывая на камни, что

принесли старики, говорит:

— Ну, с этими камнями пока подождать можно. А вот солнечный камень очень нам нужен. Веселее с ним жить!»

Что же это за солнечный камень?

Как-то, перелистывая комплект старых газет за 1897 год, мы обнаружили заметку, посвященную открытию нового участка железнодорожной магистрали, связывающей Европейскую часть России с Азиатской. В заметке этой, как и полагалось, описывалось торжество открытия, пышный молебен, чины присутствующих сановников и туалеты их жен. А в конце корреспондент газеты привел разговор, якобы происшедший между ученым, присутствовавшим на торжестве, и инженером — строителем дороги.

«— Можете ли вы мне объяснить, какая сила движет этот поезд? — спросил ученый.

— Конечно, — ответил инженер, — это делает паровая машина, заключенная в паровозе.

— Да, но кто приводит в движение машину?

— Наверное, один из моих искусных машинистов.

— Нет, — возразил ученый, — это делает солнечный свет.

— Как это может быть? — удивился инженер.

— Именно так, солнечный свет, — сказал ученый. — Ведь в топке паровоза горит каменный уголь. А каждый кусочек угля — это пойманный солнечный луч».

Всего шестьдесят лет назад многие удивлялись, когда слышали о связи между углем и энергией солнечных лучей.

А для нас в этом уже нет ничего таинственного. Ведь только используя солнечную энергию, зеленые растения могут производить свою удивительную работу — создавать живое из неживого. При помощи энергии солнечных лучей в растениях из неживых тел природы — углекислого газа из воздуха, воды и минеральных солей из почвы — образуются вещества, из которых строятся живые ткани корней, листьев, стеблей, цветков и плодов. Деревья, кустарники и травы растут. И солнечная энергия, пойманная растениями, постепенно накапливается. Эта энергия сохраняется и в угле, образовавшемся из растений, живших в давно прошедшие времена.

Как же могли зеленые растения превратиться в твердый черный камень?

Чтобы понять это, нам придется вновь вернуться в страну невидимок.

Вот упавшее старое дерево. Его атакуют полчища микроорганизмов. Гнилостные микробы быстро разлагают ткани растения. Древесина превращается в труху, а затем и вовсе

распадается на составные части. Дерево исчезает. То же самое случится и с другими деревьями, с кустарниками, с хворостом, лежащим на земле.

Но так бывает не всегда.

Дерево может упасть в озеро или болото. Здесь оно уже не исчезнет так быстро. В воде живут другие бактерии, не нуждающиеся в кислороде воздуха. Они работают не спеша, и гниение идет медленно. Поэтому растительные остатки могут накапливаться под водой в большом количестве. Озеро зарастает болотными травами и водорослями. А на дне постоянно, слой за слоем, отлагаются слои рыхлого ила. Придет время, когда водоем целиком заполнится растительными остатками и превратится в торфяное болото.

Все это происходит, конечно, очень медленно. Процесс образования торфа продолжается сотни и тысячи лет.

Сотни и тысячи лет бесчисленные поколения бактерий продолжают свою невидимую работу. Растительные остатки продолжают медленно изменяться. Они уплотняются, теряют воду и кислород. А углерод — основная составная часть живых тканей — остается.

И чем дольше лежит торф в земле, тем больше в нем углерода. В древесине только пятьдесят процентов углерода, а в торфе уже шестьдесят девять.

Богатый углеродом торф — ценное топливо. Его добывают, сушат и сжигают в топках электростанций, заводов и фабрик.

Но история торфа на этом не кончается.

Что станет с ним через сотни, тысячи и миллионы лет? Будет ли он так же лежать в земле в виде пластов бурой, пропитанной водой массы или неузнаваемо изменится? А быть может, как и дерево на поверхности Земли, будет уничтожен бактериями и исчезнет?

Ответить на все эти вопросы мы можем и не переносясь на тысячи и миллионы лет в будущее.

Дальнейшую историю торфа мы можем предсказать другим путем. Для этого надо только посмотреть, что стало с торфом, который образовался в давно прошедшие времена. Лучшим помощником в таком исследовании будет все та же каменная летопись — слои земной коры, по которым ученые восстанавливают историю нашей планеты.

Очень давно, двести — триста миллионов лет назад, наша Земля выглядела совсем не так, как теперь. На суше тогда было много обширных низменностей, по которым протекали многоводные реки. Они часто разливались и покрывали водой обширные участки суши.

Весь восток Европейской части СССР в те времена покрывало море с двумя большими заливами. Один залив широкой дугой тянулся к югу и северо-западу от современной Московской области. Второй залив занимал весь район современного Донбасса.

Там, где теперь находятся Уральские горы, над поверхностью моря возвышались цепи гористых островов — молодой Уральский хребет. Море омывало острова и простиралось далеко на восток по территории теперешней Сибири.

По берегам морей поднимались длинные и высокие горы. Над горами ежедневно собирались тяжелые дождевые тучи. Почти непрерывно сверкала молния, гремел гром. Потоки дождевой воды стекали по склонам гор, смывая к их подножию частицы горных пород — песок и глину.

Между горами и морем почва постоянно орошалась. Берега мелководных морских заливов терялись в бесконечных прибрежных болотах. Климат был влажный, и теплый, а зимы совсем не было. Представляете себе, как быстро росли тогда растения? Болота и берега заливов были покрыты огромными лесами.

Если бы двести пятьдесят миллионов лет назад мы оказались на месте современного Донбасса, где теперь добывают каменный уголь, то увидели бы там леса незнакомых деревьев.

Все знают папоротники, что прячутся в тени больших деревьев. А в те времена росли удивительные древовидные папоротники с листьями длиной в несколько метров.

Современные травянистые растения — хвощи и плауны — редко бывают выше двадцати сантиметров. А древние хвощи — каламиты — представляли собой большие деревья высотой до девяти метров. Предки плаунов — лепидодендроны — поднимали свои вершины еще выше, на тридцать пять метров.

Среди зарослей папоротников и лепидодендронов росли гигантские деревья — сигиллярии. Трудно было бы пройти сквозь такой лес: сырой воздух насыщен вредным для человека углекислым газом, ноги вязнут в трясине, непроходимые заросли поднимаются над топкой почвой болот и прямо из воды многочисленных озер…

В любое мгновение на первобытный лес мог налететь ураган. Тогда громадные деревья, которые слабо держались корнями в болотистой почве, с грохотом рухнули бы в топкое болото…

В результате бурь и ливней часто гибли целые леса. В болотах накапливались остатки погибших растений. Они медленно перегнивали под воздействием микробов и превращались в торф. Реки заносили слои торфа песком и

глиной, и на них вырастали новые леса.

В Америке есть громадный болотистый водоем площадью около тысячи квадратных километров. Этот водоем носит название «Большое проклятое болото».

Унылое, мрачное, безмолвное место. Здесь нет ни птиц, ни зверей. Все болото покрыто лесом. На зыбкой почве корни деревьев держатся слабо и легко уступают напору ветра. На поверхности болота лежат бесчисленные стволы толстых и высоких деревьев. Тысячи упавших стволов погребены на различных глубинах в трясине, состоящей сплошь из перегнивших корней, листьев, ветвей, семян. Все эти растительные остатки медленно перегнивают на дне болота и превращаются в торф. Толщина торфа уже достигает здесь пяти метров. Ученые подсчитали, что он образовался за две с половиной тысячи лет.

И даже в самых глубоких слоях этого торфяника обнаружили живых бактерий. В каждом грамме влажного торфа их было около восьмисот тысяч.

Примерно таким же образом могло происходить зарастание водоемов и образование торфа в Донецком бассейне. Морской залив был здесь неглубоким, часто мелел и превращался в болота, которые покрывались лесами.

Временами дно залива опускалось, и он становился глубже. Болота с торфом заливались тогда морской водой, а реки приносили в море много песка и глины. Постепенно, слой за слоем, песок и глина накапливались на дне и покрывали сверху торф.

Погребенный в недрах Земли торф не оставался неизменным. Он уплотнялся, все меньше и меньше оставалось в нем воды и газов, а сохранялись только твердые частицы. Но и они изменялись под влиянием бактерий, которые продолжали работать даже здесь, в глубоких недрах Земли. Торф постепенно как бы обугливался, превращался в бурый уголь.

Потом настал период резкого понижения дна морского залива. На месте теперешнего Донбасса образовалось глубокое море, на дне которого в течение многих тысяч лет накапливались толстые слои песка и глины. Затем море начало отступать, и большая часть Донбасса стала сушей, на ней образовались донецкие горы. Слои земли вместе с заключенными в них угольными пластами собрались в складки. В результате пласты угля, которые раньше лежали горизонтально, сместились, разорвались, приняли наклонное, а иногда почти вертикальное положение. Значительная часть угольных пластов опустилась на очень большую глубину.

При образовании гор слои земли сжимались и давили друг на друга с огромной силой. От этого давления песок и глина превратились в камни: песчаник и глинистый сланец. Иногда они подвергались еще воздействию сильного жара, поступающего из недр Земли, и тогда изменялись еще сильнее. Вместе с песком и глиной изменялись и пласты торфа и угля. Рыхлый торф и бурый уголь превращались в очень плотный каменный уголь.

Донецких гор уже давно нет. Они размыты и развеяны ветром. В Донбассе теперь расстилается почти ровная степь, а в ее недрах, как память о древних временах, сохраняются пласты ископаемого угля.

По-другому происходило образование угля в Подмосковном бассейне.

Когда ученые исследовали каменный уголь Донецкого бассейна, они не находили в нем остатков растений. Но в горных породах, среди которых лежали пласты угля — в песчаниках и глинистых сланцах, — таких остатков было немало.

В глинистом сланце находили отпечатки листьев и стеблей папоротников, хвощей — каламитов, лепидодендронов. Иногда попадались окаменевшие части растений и даже целые стволы. Они, правда, были полностью обугленными, но хорошо сохранили свое строение.

Все это позволило восстановить внешний вид древних растений и доказывало, что именно из этих растений и произошел уголь.

Такие доказательства не удалось обнаружить в угольных пластах Подмосковного бассейна. Бурый подмосковный уголь не содержал растительных остатков. Не было их и в соседних с углем горных породах.

Поэтому происхождение бурых подмосковных углей оставалось неизвестным до тех пор, пока русские исследователи не придумали способ изучения угля под микроскопом.

Для этого из кусочка угля вырезается шлиф — пластинка толщиной всего в несколько сотых миллиметра. Шлиф прикрепляется специальным клеем к предметному стеклышку, освещается снизу, как любые достаточно прозрачные предметы, и рассматривается в проходящем свете под микроскопом.

Однако у некоторых углей даже такие тонкие шлифы получаются непрозрачными. Советский ученый, академик А. П. Карпинский, нашел способ исследовать и такие угли. Он приготовлял аншлифы — тщательно отполированные куски угля. Зеркальная поверхность аншлифов хорошо отражала свет, и их можно было рассматривать под микроскопом при освещении сбоку.

И вот оказалось, что бурые подмосковные угли содержат массу остатков микроскопических растений. Чаще всего встречались особые одноклеточные водоросли, жившие колониями. Таких водорослей теперь нет — они давно вымерли. А в прошлом они населяли воды всех соленых озер и морей. Были в угле и кремневые скорлупки диатомей, которые очень похожи на современные.

Сопоставив эти данные со строением земной коры в районе угольных залежей, ученые восстановили их историю.

Двести пятьдесят миллионов лет назад на месте современного Подмосковного угольного бассейна был морской залив. Когда море начало отступать, залив разбился на многочисленные озера, которые покрыли всю ту площадь, где теперь встречается уголь. На дне этих озер накапливались слои водорослей.

Нечто подобное происходит и в наши дни.

В одном из заливов соленого озера Балхаш в Казахстане живут колониями свободноплавающие микроскопические водоросли. Они так быстро размножаются, что вода кажется зеленой. Массами погибая в конце лета, водоросли падают на дно. Сюда же попадают отмершие диатомеи и другие обитатели планктона. Микроскопические организмы скапливаются на дне и разлагаются здесь бактериями без доступа воздуха. Образуется темный ил с запахом сероводорода. Его называют сапропелем, или гнилым илом.

Толстые слои гнилого ила накапливались и в древних озерах Подмосковного угольного бассейна. Озера заполнялись песком и глиной, которые приносились древними реками. Временами местность понижалась, озера возникали вновь, и снова в них накапливались водоросли. Так продолжалось долгое время.

Суша и море вели борьбу друг с другом, и в результате в Подмосковном бассейне образовались пласты глины и песка, а между ними слои ила, которые изменялись все больше и больше. Ведь бактерии, живущие в нем, век за веком продолжали свою работу. И в результате сапропель превратился в сапропелевый бурый уголь.

Таким образом, донецкие каменные угли — результат превращений торфа, а сапропелевые бурые угли Подмосковья — продукт изменений гнилого ила, сапропеля.

Донецкие угли происходят от наземных растений и превратились в уголь в результате многовековой деятельности микробов.

А угли Подмосковья ведут свою родословную от микроскопических обитателей водоемов и образовались

благодаря работе других микроорганизмов — бактерий.

История донецких и подмосковных углей начиналась примерно в одно и то же время. Но есть угли более древние и более молодые — торфяного и сапропелевого происхождения. История их весьма различна, как различно и качество.

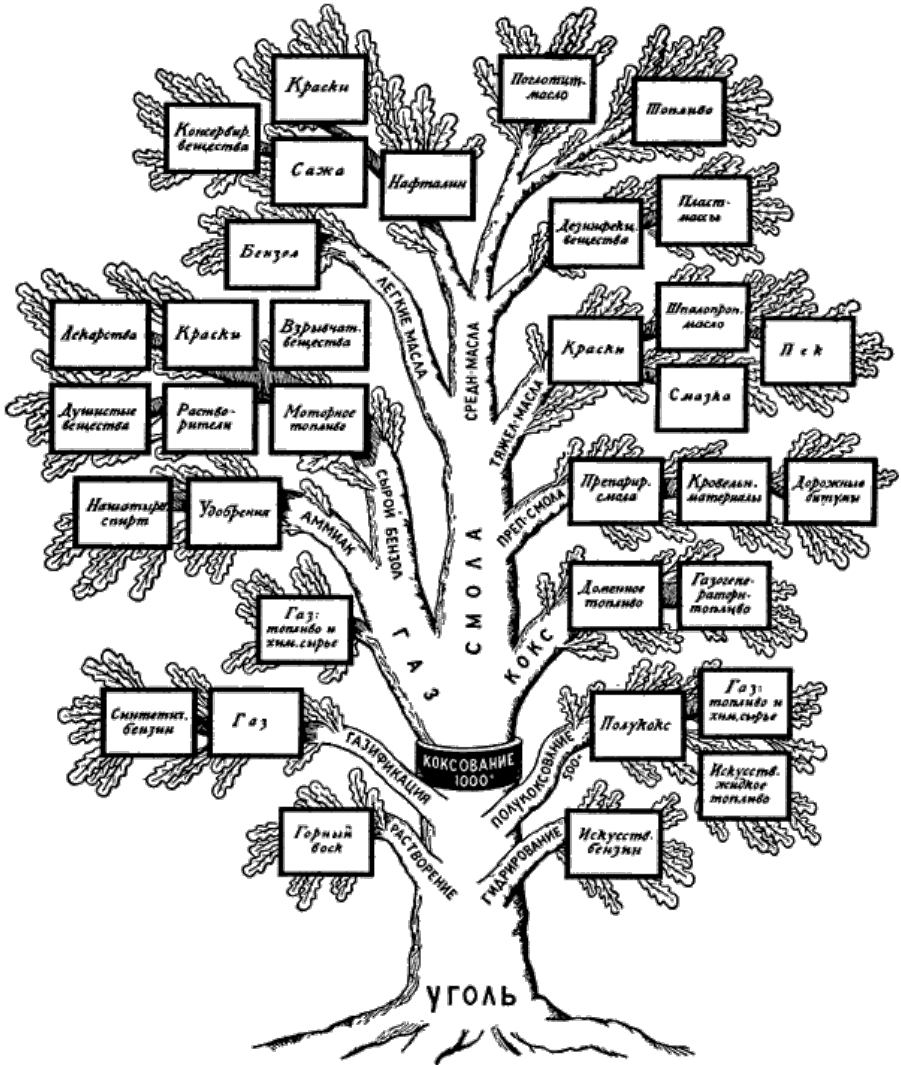
Но у всех углей есть общее — все они происходят от растений и образовались в результате деятельности микроорганизмов.

Теперь представьте себе огромное озеро, где отлагаются растительные остатки, накапливается сапропель или торф. Ручьи и реки, впадающие в озеро, быстры и полноводны. Они приносят много песка и глины. Песок и глина смешиваются с растительными остатками и отлагаются в виде ила, в котором минеральных частиц уже больше, чем органических.

Но и здесь работают бактерии. Они находят и разлагают даже мельчайшие кусочки растительных тканей. Когда такой ил уплотняется и превращается в камень — глинистый сланец, — в нем остается много горючих частиц — сильно измененных остатков наземных растений или водорослей. Поэтому сланец может гореть и часто используется для получения светильного газа.

В пластах ископаемого угля и горючих сланцев, словно в подземных кладовых, хранится энергия солнца, пойманная растениями, жившими много миллионов лет назад. Когда мы добываем и сжигаем уголь или сланцы, то вновь освобождаем эту энергию, чтобы использовать ее в быту и промышленности.

Везде, где есть уголь, можно строить заводы и фабрики. Вблизи угольных залежей вырастают города с многоэтажными жилыми домами, школами, клубами. Поднимаются в небо высокие трубы заводов. К новым городам и заводам тянутся новые железные дороги.



Продукты, получаемые из каменного угля, — наследство микробов, живших в давно прошедшие времена.

Уголь дает городам свет и тепло, паровозам, станкам заводов и фабрик — силу, которая приводит их в движение. И не только силу. Ведь уголь необходим заводам не только как топливо, но и как сырье, из которого вырабатывают много ценных веществ и предметов.

Представьте себе, что вы оказались в стране, где в одно мгновение исчезли не только все запасы угля, но и все изготовленные из него продукты.

Вы увидите людей, одетых в однообразные белые или грязно-

серые ткани. В многолюдной толпе уже не будет видно привычных для глаза пестрых шарфов, ярких шапочек и косынок. Все ткани неожиданно выцвели — они потеряли краски, приготовленные из угля.

Перестали стучать пишущие машинки, а самопишущие ручки оказались бесполезными — ленты машинок и чернила в ручках также стали бесцветными.

Исчезли пуговицы с костюмов и пальто. Близорукие и дальнозоркие люди потеряли оправы своих очков, сделанные из пластмассы. Автомашины потеряли пластмассовые штурвалы, распределители тока, шестерни распределения и многие другие детали, а также шины, изготовленные из искусственного каучука.

На улицах вы найдете не блестящие, как прежде, а некрасивые, облезлые автомашины — исчезли даже нитрокраски, которыми окрашиваются кузовы автомобилей.

На ваших глазах на заводах начнут остывать мартеновские печи, в которые перестал поступать обогревающий их газ, погаснут гигантские доменные печи, в которых исчез кокс. Ведь и газ и кокс тоже получаются из угля.

Невозможно перечислить все окружающие нас вещества и предметы, так или иначе связанные с углем.

Но и приведенных примеров достаточно, чтобы понять, как велико значение угля и какую большую роль играют в нашей жизни микробы. И не только те, что живут в настоящее время, но и их древние предки.

Ведь ископаемый уголь — это наследство, доставшееся нам от микробов, живших в давно прошедшие времена.

Жидкое золото

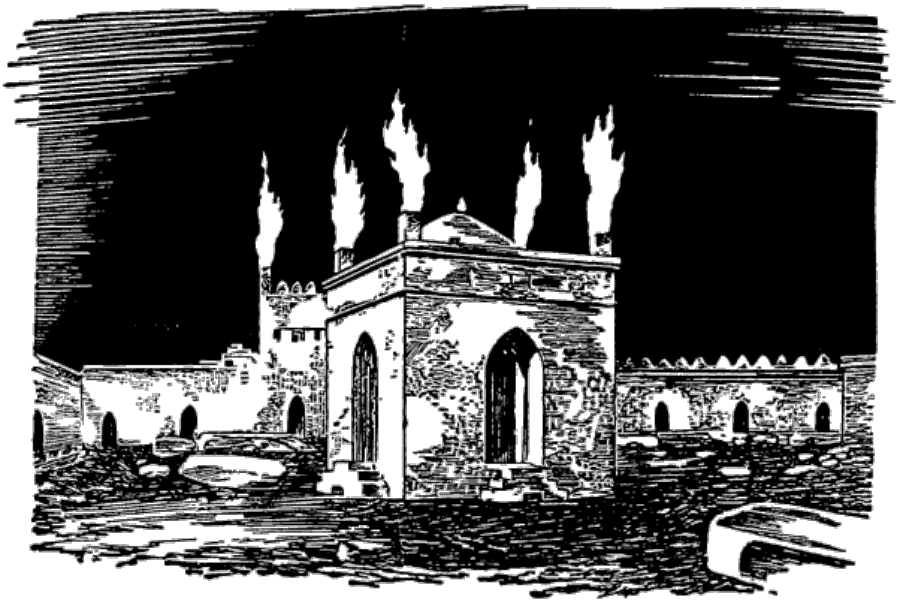
Среди голых скал и осыпей гальки свистит ветер. Из трещины в каменистой почве вырывается синеватое пламя. Оно плещется по ветру и то, пригнувшись, лижет землю, словно язык сказочного дракона, то взлетает высоко вверх.

Кто и когда зажег этот факел, неизвестно. Он горит уже сто, двести, пятьсот, а быть может, и тысячу лет.

В древности люди верили, что такие огни зажигает бог огня. «Вечные огни» считали священными, их тщательно охраняли и в местах, где они горели, строили храмы.

На Апшеронском полуострове, около Баку, и в Дагестане многие сотни лет далеко вокруг светило неугасимое пламя

«священных» огней, вырывавшихся из отверстий в куполах храмов огнепоклонников.



Храм огнепоклонников-гебров в Сураханах, около Баку.

Сюда из разных стран сходились паломники. Они старались умилостивить грозного «бога огня» и, чтобы он не разрушал их жилищ, приносили ему жертвы.

Потом где-то рядом рыли колодец, и он вместо воды наполнился темной маслянистой жидкостью с резким запахом. Жидкость была необыкновенной — она хорошо загоралась и горела так, что даже целое озеро воды не могло бы ее погасить.

Это была нефть.

И вот караваны один за другим двинулись через южные русские степи в Западную Европу. На спинах верблюдов, ослов, лошадей висели большие кожаные бурдюки. В бурдюках — нефть. Она стала новым, модным лекарством. Врачи рекомендовали ее против всевозможных болезней.

Прошли десятилетия, и на дальнем Севере, у берегов реки Ухты, простой русский человек Федор Прядунов построил в 1745 году первый нефтеперегонный завод.

А еще через восемьдесят лет русские крестьяне братья Дубинины открыли способ получать из нефти осветительный керосин. Вскоре керосиновые лампы появились повсюду, быстро вытеснили чадные сальные свечи.

Это было только начало… Люди вскоре поняли, что нефть представляет собой почти неисчерпаемую копилку сокровищ.

Перегоняя нефть, то есть нагревая ее без доступа воздуха, при 300–325 градусах, из нее, кроме керосина, стали получать еще бензин и смазочные масла: лигроин, мазут и соляровое масло.

Бензин долгое время считали только обременительным отходом. Но вот появились самолеты, автомобили, тракторы. Бензин из негодного стал самым ценным, самым нужным продуктом.

Лигроин научились использовать как топливо в моторах тракторов, а соляровое масло — в моторах тяжелых грузовиков, тягачей, танков, тепловозов и теплоходов, в топках электростанций.

Из мазута стали получать машинное масло для смазки трущихся частей двигателей — автол, вазелин, парафин и другие минеральные масла, всего более восьмидесяти сортов.

Из нефти, кроме того, можно получать почти все те продукты, какие дает ископаемый уголь: краски, пластические массы и искусственное волокно, лекарства и уксусную кислоту, лаки и спирт.

Даже сажа, остающаяся после сгорания нефти, идет в дело. Она входит в состав резины. С той же сажей мы встречаемся, когда читаем газету или книгу, — на саже сделаны типографские краски.

Асфальт для тротуаров и дорог готовится из нефтяного продукта — гудрона.

Зерно и пищевые продукты на складах для предохранения от микробов окуривают газом, полученным из нефти. На болотах нефтью или мазутом уничтожают личинки комаров, разносящих болотную лихорадку — малярию.

Даже из этого краткого и неполного перечня видно, какое огромное значение имеет нефть для человека. Поэтому ее часто называют черным и жидким золотом. Чем больше запасы жидкого золота, тем богаче, тем могущественнее страна. Поэтому геологи всех стран повсюду отыскивают месторождения нефти.

Древний способ добычи нефти с помощью неглубоких колодцев уже давно забыт — теперь нефть умеют находить на большой глубине и добывают при помощи буровых скважин. Оказалось, что в недрах Земли иногда скрыты целые озера жидкого золота.

У берегов Каспийского моря, там, где в прошлом стояли храмы огнепоклонников, разведаны богатейшие бакинские нефтяные месторождения. Происхождение «вечных огней» объяснилось очень просто. Нефть содержит много газов. Они поднимаются по трещинам в горных породах и легко загораются от молнии или искры. Значит, газ, выделяющийся из недр

Земли, — это одна из примет, по которой можно отыскать нефть.

Бывало и так, что нефть находили там, где никто не предполагал ее существования.

Много лет назад группа краеведов заинтересовалась народными легендами об одном из малоисследованных притоков Печоры. За недоступными порогами, в дремучей тайге, гласила легенда, скрыты несметные сокровища.

И вот краеведы обошли пороги, преграждавшие путь, сделали плот и стали спускаться на нем вниз по течению…

Погода была чудесная. В прекрасном настроении, с песнями плыли путешественники по реке, любуясь живописными берегами.

Все было спокойно. Кто-то закурил и бросил зажженную спичку в воду.

И вдруг… река загорелась! Вокруг плота бушевало пламя. Перепуганные путешественники оказались в огненном кольце. Целых восемь минут продолжался пожар, и только благодаря счастливой случайности никто не пострадал…

Когда газета с описанием этого происшествия попала в руки геологов, они обратили на него особенное внимание. Ведь гореть на воде могла только нефть. В бассейн реки Печоры отправилась поисковая партия, и вскоре там были обнаружены богатые месторождения нефти.

Был и такой случай. В одном из районов Заволжья колхозники рыли колодец. И вот на поверхность стали поднимать странную землю — чернозем не чернозем, а какую-то жирную сажу, пахнущую керосином. Это был песок, пропитанный нефтью. Он указал на одно из месторождений нефти в нефтеносном районе, который теперь называют Второе Баку.

Стало ясно, что выход на поверхность земли горючего газа, нефтяные пленки на воде и пропитанные нефтью горные породы — все это надежные признаки, по которым можно отыскивать нефть.

Но ведь так ее можно найти только случайно. А геологи хотели работать наверняка, предсказывать заранее, где и на какой глубине следует искать нефть. Для этого нужно было знать историю нефтяных месторождений, происхождение нефти.

Нефть — очень ценное ископаемое, поэтому ее исследовали химики и физики, биологи и геологи. О ней писали книги энергетики, экономисты, историки.

Но что такое нефть, каково ее происхождение, долгое время оставалось тайной.

Правда, еще в первой половине XVIII века отец русской науки Михаил Васильевич Ломоносов высказал мнение, что нефть

образовалась в земных глубинах в результате разложения растительных остатков под действием подземного тепла. Но о теории Ломоносова забыли.

Утверждали, например, что нефть образуется при вулканических извержениях или что она продукт разложения каменного угля и горючих сланцев.

Многие объясняли образование нефти химическими процессами, которые происходят в расплавленных недрах Земли.

Тайну нефти удалось открыть русским и советским ученым. Они установили, что нефть, так же как ископаемый уголь, горючие сланцы и торф, образовалась из остатков растений и микроскопических животных. Только разложение этих остатков происходило в иных условиях и «работали» над этим другие микробы.

В неглубоких морских заливах — лагунах и лиманах — обитает бесчисленное множество уже известных нам планктонных организмов: инфузории, микроскопические водоросли и рачки. Они живут, размножаются, гибнут и опускаются на дно. Туда же падают остатки более крупных водорослей, моллюсков и рыб. Иногда мелкие и более крупные жители моря гибнут массами. Это происходит в местах столкновения теплых и холодных течений. В таких местах на морском дне накапливаются толстые слои органических остатков. Они смешиваются с частицами песка и известнякового ила, медленно разлагаются под действием бактерий и покрываются сверху новыми наносами. В результате также образуется гнилой ил — сапропель. Но его дальнейшая история протекает по-иному.

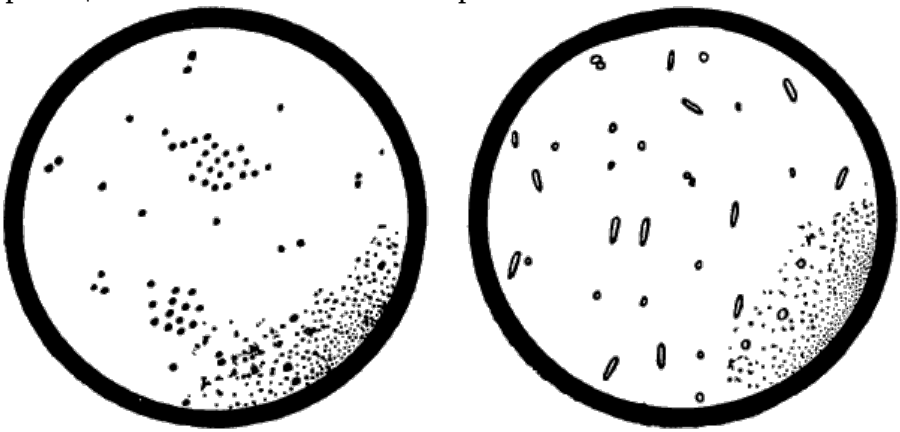
Ведь в болотах и озерах растительные остатки вначале разлагаются на поверхности земли или неглубоко под водой. Морской же сапропель сразу оказывается на значительной глубине и разлагается без доступа воздуха. В таких условиях живут уже другие бактерии. Они также разлагают остатки животных и растений, но происходит это очень медленно и результат получается другой.

На дне моря в пластах гнилого ила под действием бактерий образуются газ и темное маслянистое вещество, богатое углеродом. Но это еще не нефть.

Проходят века, и слои ила покрываются толстыми наносами песка, глины, известняка. Вместе с илом в недрах земли оказываются и бактерии. Они и здесь, под страшным давлением, могут жить и «работать». Из ила продолжает выделяться газ, а в толще ила накапливаются капельки нефти. Вначале эти капельки еще рассеяны по всей толще пласта.

Но постепенно под большим давлением газ и капельки нефти

как бы отжимаются из пласта и перемещаются по легко проницаемым слоям песка или пористого известняка.



Нефтяные бактерии, открытые советским исследователем Т. Гинзбург-Карагичевой.

Капельки нефти «путешествуют» нередко на большие расстояния до тех пор, пока не встречают на своем пути естественное препятствие — непроницаемые слои плотной глины, каменной соли или других горных пород. В таких «тупиках» нефть накапливается иногда в значительных количествах, образуя подземные нефтяные озера или пропитывая окружающие горные породы — песок и известняк.

Сверху на нефть давят многометровые толщи горных пород. Снизу подпирает вода, которая вместе с нефтью просачивается по проницаемым пластам. Сжатая со всех сторон нефть и выделяющийся из нее газ стремятся найти выход из подземного резервуара. Достаточно самой незначительной трещины в земной коре — и газ поднимается по ней на поверхность. Вслед за газом может вырваться на поверхность и нефть. Тогда она разливается, образуя нефтяные озера, а смешиваясь с песком — месторождения природного асфальта.

Если к месту залегания нефти пробурить скважину, газы и нефть вырвутся наружу в виде мощного фонтана, который может иногда бить долгие годы.

Созданная микробами в глубоких недрах Земли нефть бьет фонтаном из пробуренной скважины.

Разгадав тайну происхождения нефти, геологи получили возможность работать наверняка. По слоям земной коры они могут прочесть геологическую историю любого района, а по строению и характеру пластов — определить, где в древние времена были заливы и лагуны мелководных морей и происходило накапливание планктона и остатков других морских обитателей.

А раз найдено место возможного рождения нефти, уже не трудно проследить ее дальнейший путь и отыскать подземные кладовые, где нефть скрывается в данное время.

Значит, нефть, как и каменный уголь, — результат многовековой деятельности микроорганизмов.

Но что стало с самими невидимками, превратившими в нефть остатки морских обитателей?

Потомки этих микробов вместе с нефтью совершили путешествие в недрах Земли и теперь продолжают жить там, где скопилась нефть.

Древние микробы питались, разлагая растительные и животные остатки. Они превращали их в газ и нефть. Современные микробы, живущие в нефтяных залежах, питаются самой нефтью.

С какой бы глубины ни забил фонтан нефти, в ней всегда можно обнаружить живых бактерий.

Питаясь нефтью, бактерии разлагают ее на газообразные вещества. В районе нефтяных месторождений постепенно накапливается все больше и больше газа.

Поэтому можно предположить, что за долгую историю Земли немало месторождений нефти было целиком съедено микробами.

Иногда геологи обнаруживают огромные запасы горючих газов, но не находят даже признаков жидкой нефти. Не есть ли и это результат многовековой работы бактерий, живших в очень древних нефтяных залежах?

Но не следует забывать и другое: где-то на дне моря и в неведомых еще нам глубинах Земли другие микробы продолжают разлагать остатки живых организмов и со временем превратят их в нефть.

Можно сказать, что древние микробы работали для настоящего, а современные работают для будущего.

Кроме того, и газ является одним из ценнейших ископаемых — самым удобным и дешевым топливом.

Для добычи природного газа достаточно пробурить скважину с поверхности земли до газоносного пласта. Тогда газ, находящийся в недрах под большим давлением, выбрасывается фонтаном на поверхность. После очистки от пыли и влаги газ можно передавать по трубам на большие расстояния.

День и ночь непрерывным бесшумным потоком течет он в крупные города и промышленные центры. А ведь газ этот также наследство микробов, как уголь и нефть.

Оглянитесь вокруг! Гудят газовые топки электростанций, вспыхивают электрические фонари на улицах и в парках. Стремительный поток блестящих автомашин несется по освещенным асфальтированным улицам города. На тротуарах и аллеях парков — толпа людей, одетых в ткани, сотканные из искусственного волокна, более прочного, чем шелк. В небе пролетают эскадрильи самолетов.

Все это — электрический свет и красивые ткани для наших одежд, топливо для автомашин и самолетов, асфальт — получаем мы из продуктов переработки нефти.

Подумайте над происхождением всех этих вещей, и вы еще лучше поймете, какое огромное значение имеет для нас работа невидимок, накапливающих в подземных кладовых бесценные

сокровища.

Глава пятая
Скатерть-самобранка

Особое тело природы

Безоблачное тусклое небо, безжалостное солнце, трещины в сухой почве.

Страшное дыхание суховея крутит пыль на дороге, гонит колючие шары перекати-поля, гнет к земле сухую траву…

Серая, умирающая от жажды земля. Поникшие, посеревшие хлеба на полях. Горячая, сухая мгла, затянувшая горизонт. Пшеница с пустым колосом…

Год 1891-й, год страшного бедствия, постигшего Россию. Небывалая засуха опустошила весь юг страны. Смерть от голода угрожала десяткам тысяч крестьянских семей, и без того изнывавших под двойным гнетом помещиков и кулаков.

И раньше голод был частым гостем русской деревни. На тучных черноземах с каждым годом умножалось число вымирающих деревень. Но голод 1891 года был необычным. Он охватил огромную территорию — двадцать девять губерний.

Молитвы и крестные ходы не могли, конечно, напоить землю

и предотвратить бедствия. И, как всегда в голодные годы, пустели деревни. Кто мог, искал спасения в бегстве. Но куда убежишь от голода? Голодная смерть настигала везде. Родители теряли детей, дети и жены — кормильцев.

Изо дня в день на раскаленную степь, на гибнущие хлеба падал с колоколен деревенских церквей унылый похоронный звон.

По-другому — звучно, басисто — гудели огромные соборные колокола в столице Российской империи Санкт-Петербурге. Под этот серебряный звон разодетые в шелк богатые барыни занимались благотворительностью — собирали медные пятаки в пользу голодающих. Нищенскими подачками пытались спасти от гибели миллионы людей.

Да, по правде сказать, что еще они могли делать, эти благотворители? Ведь царское правительство было равнодушно к судьбе народа, а официальная наука того времени провозглашала:

«Человек одинок перед лицом стихии. Не в наших силах управлять явлениями природы».

Но и тогда были люди, думавшие иначе.

«Наука не бессильна, — говорили они. — Засухи и суховеи, ветры и овраги, бури и метели — все эти враги нашего сельского хозяйства страшны нам лишь только потому, что мы не умеем владеть ими. Надо научиться управлять ими, и тогда они же будут работать нам на пользу».

Эти замечательные слова принадлежали профессору Петербургского университета Василию Васильевичу Докучаеву.

В дни, когда гул соборных колоколов, извещавших о народном бедствии, перекликался с перезвоном медяков в кружках благотворителей, сотни людей заполнили просторный зал Вольного экономического общества. Эта организация объединяла в те времена передовых ученых России. Знаменитые ученые — Менделеев, Тимирязев, Ковалевский, Костычев, Карпинский — приходили сюда, чтобы послушать Докучаева, познакомиться с выводами новой, созданной им науки — почвоведения.

И так смелы, так обоснованны были доводы лектора, что аудитория, захваченная ими, казалось, сама участвовала в единоборстве со стихией.

Вот он стоит на кафедре лектора. Высокий, широкоплечий русский богатырь в черном сюртуке. Правильные черты лица, словно отлитого из бронзы, длинная окладистая борода, высокий лоб.

Сын сельского священника, он должен был пойти дорогой

отца. Об этом мечтали его родители. Но он не оправдал их надежд. Как только представилась возможность, Василий Докучаев бросил учение в духовной академии и поступил в университет. Здесь он увлекся естественными науками — химией, физикой, геологией. Его блестящие способности поражали профессоров, ему уже тогда предсказывали блестящую будущность.

И мало кто знал, с каким трудом доставались эти успехи.

Докучаев жил в крохотной каморке на далекой окраине Петербурга. Каждый день рано утром он отправлялся пешком в университет. Путь немалый — восемь километров. Но что делать, когда денег, добываемых уроками, не хватает даже на хлеб. Так и шагал он в любую погоду в рваных башмаках, надетых на босу ногу — и носки для бедного студента были недосягаемой роскошью.

Через несколько лет в тот же Петербургский университет поступил Владимир Галактионович Короленко, ставший впоследствии известным писателем. В одном из своих произведений он описывает жизнь бедных студентов того времени.

«Компания наша бедствовала. Незаметно, постепенно голод сказывался истощением: ноги ныли, лица бледнели, движения становились порой вялы, на лекциях внимание притуплялось. Над мозгом точно нависла какая-то завеса… За этот год нам удалось пообедать только пять раз».

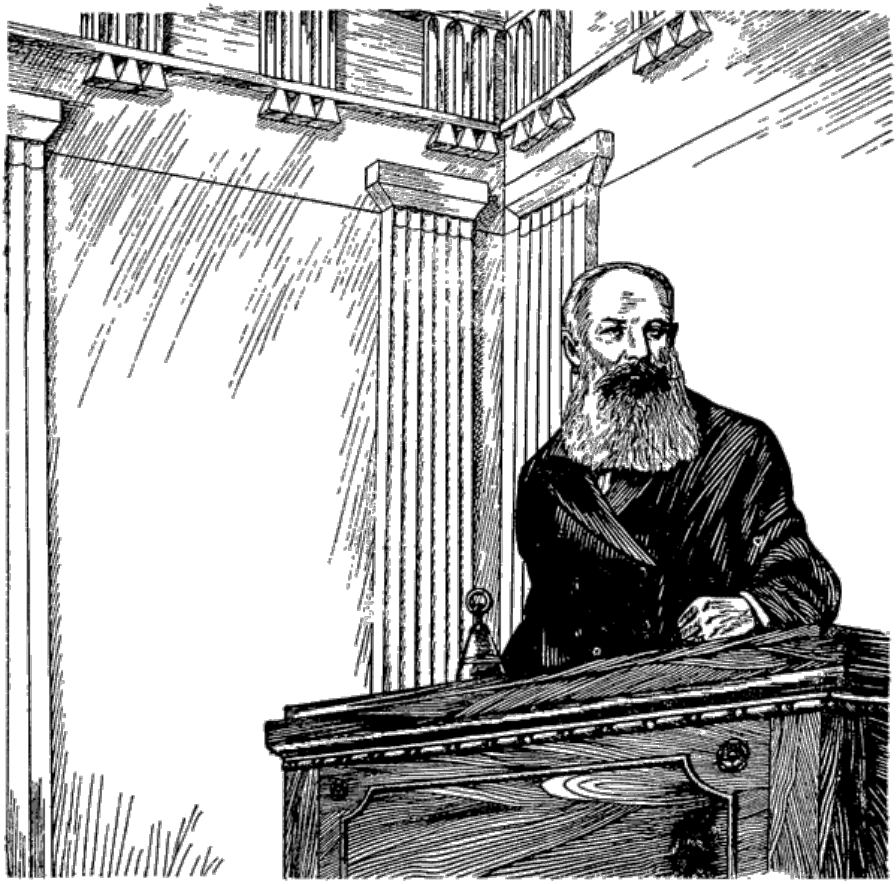
Такую жизнь вел и Докучаев. Только богатая одаренность, невероятное упорство да крепкое здоровье помогли ему преодолеть все трудности и добиться успеха.

Сразу же по окончании университета Докучаев оказался в одном ряду с крупнейшими геологами страны. А занятия геологией привели его к изучению почвы.

И вот люди, составляющие цвет русской научной мысли, приходят в зал Вольного экономического общества, чтобы слушать лекции Докучаева.

А он бросает в зал слова, полные веры в силу науки, в могущество человеческого разума:

«Я убежден, — говорит он, — что в наших силах вернуть полям их былое плодородие. Надо только изучать явления природы во взаимосвязи, смело отказываться от привычных, но устарелых взглядов на причины засух, неурожаев и голода».



«Я убежден, — говорил В. В. Докучаев, — что в наших силах вернуть полям их былое плодородие!..»

Докучаев не был кабинетным ученым. К своим выводам он пришел в результате многочисленных экспедиций.

Не раз пересек он вдоль и поперек великую Русскую равнину. В летнюю жару и в лютую стужу пробирался он от одной деревни к другой, брал образцы почв, расспрашивая крестьян, внимательно прислушивался к голосу народной мудрости.

Он понимал: для того чтобы предотвратить любое стихийное бедствие, надо прежде установить его причины.

Почему, например, высыхают, оскудевают почвы степей?

Чтобы ответить на это, надо было знать, что такое почва. А науки о почве тогда еще не существовало.

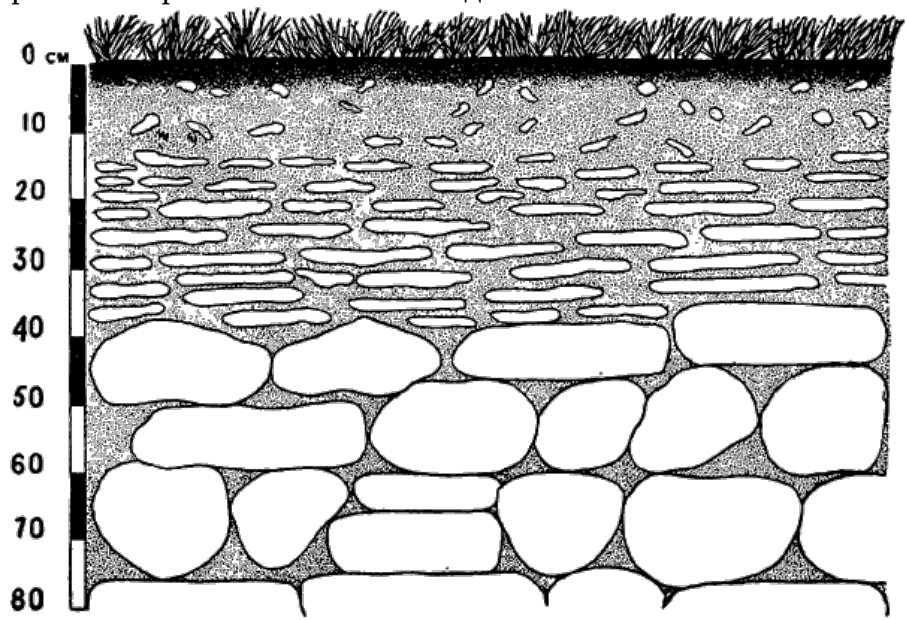
Русские и иностранные ученые сходились в одном: «Почва — только рыхлый поверхностный слой земной коры, сложенный из частиц разрушенных горных пород».

Но так ли это?

Вот песчаные дюны на берегах Балтики. Мириады крошечных обломков камня, гонимых ветром. Но разве можно назвать почвой эти лишенные жизни пески?

А рядом, на стенах древней крепости, слой почвы толщиной более десяти сантиметров. Травы и даже кустарники гнездятся здесь.

Докучаев подсчитал: десять сантиметров почвы на стенах крепости наросло за семьсот семьдесят лет.



В. В. Докучаев подсчитал: десять сантиметров почвы, образовавшейся на стенах Староладожской крепости, наросло за семь с половиной столетий, (по рисунку В. В. Докучаева).

Почему за сотни и тысячи лет прибрежные пески не превратились в почву, остались по-прежнему безжизненными, а в таком, казалось бы, неподходящем месте, как каменные стены крепости, появился слой почвы, давший приют новой жизни?

Видимо, дело не только и не столько в том, из чего образовалась почва, а в том, как протекала ее история.

И Докучаев продолжает наблюдать, изучать, сопоставлять факты. Оказывается, мертвый каменный щебень до тех пор остается безжизненным, пока за дело не возьмутся микробы.

Именно они, эти крошечные обитатели страны невидимок, создали и создают почву на равнинах и плоскогорьях, в пустынях и на склонах гор. Почву, на которой зеленеют луга и колосится пшеница, шумят могучие хвойные леса и поднимаются дикие заросли тропических джунглей, цветут фруктовые сады и растут каучуковые деревья и хлопчатник, сахарный тростник и лен, финиковые пальмы и подсолнечник. Почву, которая, в конечном счете, поддерживает жизнь всех наземных животных и человека.

Перед мысленным взором Докучаева развернулась величественная картина постоянной и огромной по масштабам созидательной деятельности микроорганизмов.

Вот каменные осыпи — груда обломков известняковых или гранитных скал. Каждый обломок издали кажется совершенно гладким. Но присмотритесь — и вы увидите на ровной поверхности камня крошечные углубления, едва заметные трещины.

В каждое углубление, в каждую трещину попадает пыль, принесенная ветром. Вместе с пылью туда проникают и микробы. Десятками и сотнями собираются они в каменной «пещерке» и дожидаются лучших времен. Пройдет дождь, пыль в трещинах намокнет — и микробы тотчас начинают расти и размножаться. Они выделяют различные кислоты, которые растворяют и углубляют стенки их убежища.

Чем больше становится величина каменной «пещерки», тем больше может попасть в нее пыли и питательных веществ, необходимых микробам. Они размножаются еще быстрее, и еще больше становится трещина или углубление в камне.

Когда дождя долго нет, микробы голодают. Жизнь в них еле теплится. Но ведь раньше или позже капли дождя снова упадут на камень.

Так продолжается годы, десятилетия, века. Незаметно, но неуклонно микробы завершают работу, начатую солнцем, ветром и водой. Крошечные и нежные, они, словно невидимые гигантские жернова, перетирают в труху, в рухляк обломки самых крепких скал.

Мертвая природа «оживает». На поверхности камня появляется тончайшая бурая пленка — результат работы бактерий. Ученые называют ее «пустынным загаром». Это уже первый шаг в образовании почвы. Вместе с бактериями тут поселяются микроскопические водоросли и грибки. Они продолжают работу бактерий и теперь не только разрушают, но и преобразуют горную породу.

Ничто в мертвой природе не может разложить чистую глину — каолин. Но то, что не могут сделать ни вода, ни кислород, ни

углекислота, делает обычная грибковая плесень. Она выделяет вещества, разрушающие даже глину.

Потом на рухляке поселятся лишайники — серые, сизые, черные, желтые. Невзыскательные, легко переносящие долгую засуху, они плотно прильнут к камню и будут продолжать дело своих предшественников — разрыхлять и разлагать горную породу.

Сделают свое дело лишайники и уступают место мхам. Зеленый бархатный ковер покрывает рухляк, появляется первая зелень на рождающейся почве.

Одна форма жизни сменяет другую на ранее бесплодных обломках камня. Но микробы остаются. Они продолжают жить и работать и под разноцветным покровом лишайников и под зеленым ковром мхов. Отмирают лишайники и мхи, а полчища бактерий разлагают их остатки на составные части, пригодные для питания других растений.

Все толще становится слой почвы, все больше в ней питательных веществ. И вот уже там, где был только мох, появляются травы. А за ними приходят кустарники.

Отмирая, они сами становятся пищей для микробов и превращаются в составную часть почвы.

Немало времени пройдет, много поколений микробов погибнет, много лишайников, мхов и трав сменят друг друга, прежде чем почва позволит укорениться даже самому маленькому деревцу. Но время это приходит.

Так было и на стенах старой крепости, где Василий Васильевич Докучаев нашел слой почвы. В разных местах — в трещинах, в промоинах крепостных стен — поселились микробы, потом лишайники и мхи. Они подготовили место для кустарников и молодых деревьев. Сильные корни кустарников и деревьев, проникая по трещинам, разрывая камни, проникали все глубже и глубже. И им деятельно помогали в этом сопровождающие их всюду микробы.

«Значит, — размышляет Докучаев, — ошибались ученые, которые считали почву размельченной горной породой. На самом деле все гораздо сложнее. Разве почва не образуется на границе живого и мертвого? Разве она не результат встречи и взаимодействия земли, воды, воздуха, растений и животных?»

Многие сотни опытов и исследований, которые он провел, неизменно отвечали на эти вопросы утвердительно.

И ученый делает вывод, поразивший воображение современников.

«Почва, — заявляет он, — это особое тело природы, созданное землей, водой, воздухом и различными организмами

— живыми и мертвыми. Почва имеет историю. Она рождается, живет и развивается, как все живые организмы».

Горные породы, из которых образуется почва, имеют различный состав, и это не может не сказаться на составе будущей почвы.

В одном случае горные породы разрушаются в жарком, солнечном и сухом климате, в другом — в очень влажном или холодном. Одни условия благоприятны для развития микробов, лишайников, мхов и высших растений, другие нет. А это сказывается и на внешнем виде почвы, и на количестве питательных веществ в ней.

А раз так, то естественно было сделать еще два вывода.

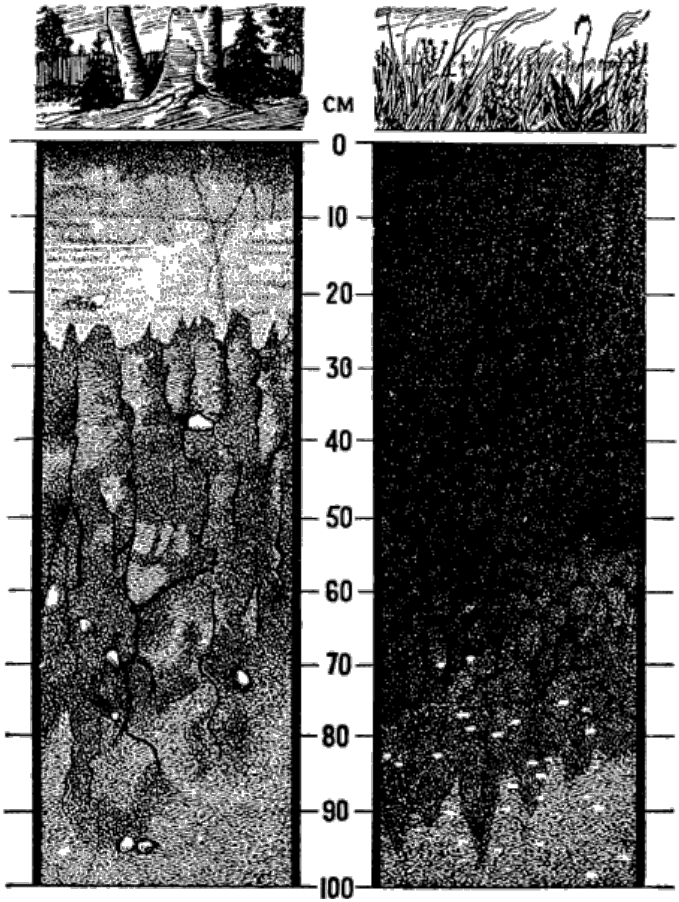
Почва рождается не всегда и не везде одинаково. Ее образование может идти быстрее или медленней. Это зависит от состава горной породы и климата — температуры и влажности воздуха, — от микробов и растений, обитающих в данной местности.

Почвы в районах с различными природными условиями также должны быть разными по внешнему виду, составу и свойствам.

Это были лишь предположения. Чтобы они стали научной теорией, следовало найти доказательства, собрать сотни фактов, сопоставить их, проверить. Но Докучаев не сомневался, что доказательства найдутся.

«Возьмем в свидетели саму природу», — заявил он. И вновь отправился путешествовать по стране. На поезде, пароходе, в возке, верхом и пешком проехал и прошел он более десяти тысяч километров.

На это потребовались годы. Ведь нужно было побывать в самых глухих и бездорожных местах, останавливаться иной раз через каждый километр и рыть яму или, как говорят ученые, делать почвенный разрез.



Через каждый километр В. В. Докучаев делал почвенный разрез на глубину одного метра: слева — дерново-подзолистая почва; справа — чернозем.

О широте и размахе, с которыми Докучаев проводил изучение почв, говорят уже сами названия возглавляемых им экспедиций: Нижегородская, Полтавская, Смоленская, Кавказская, Крымская, Молдавская… Где только не побывал этот человек, полный неистощимой энергии! Он поднимался на высочайшие горы Кавказа, пересек Каспийское море и исследовал сыпучие песчаные барханы пустыни Кара-Кум.

И всюду он находил подтверждение своим выводам и предположениям.

Вот зона холодной тундры. Зима здесь суровая и длинная, лето короткое. Вода пропитывает верхние слои земли и не успевает испариться. В плотной, холодной почве мало воздуха. В такой почве микроорганизмы развиваются слабо, не могут разложить все органические остатки. И развитие почвы находится

в зачаточном состоянии. На ней могут выжить только растения, приспособленные к суровым условиям севера: лишайники, мхи, некоторые мелкие кустарники.

Южнее — зона дремучих хвойных лесов. Здесь иные условия, иной растительный и животный мир. В почве много микробов, и процесс почвообразования заходит дальше, чем в тундре. Во влажной лесной подстилке бурно размножаются микроорганизмы, создающие бесцветные органические кислоты. Они вызывают образование так называемых подзолов — светло-серых почв, бедных питательными веществами.

Двигаясь дальше на юг, мы пересечем зону более древних серых лесостепных почв и попадем в необозримые черноземные степи.

Здесь теплое время года почти равно холодному. В рыхлую мелкозернистую черноземную почву легко проникают воздух, вода и тепло. Это содействует быстрому развитию трав и микробов. Микроскопические грибки и бактерии активно разлагают растительные остатки и накапливают в почве много питательных веществ. Черноземная почва — самая плодородная.

Еще южнее лежат каштановые почвы знойных типчаковых степей, а за ними — бурые почвы полупустыни. Чем дальше на юг от черноземных степей, тем почва все меньше отличается по цвету от горной породы, все меньше в ней микробов и питательных веществ. Если на севере развитие почвы задерживал мороз, то здесь этому развитию мешают жара и засуха.

Известно, что от экватора до полюса поверхность земного шара делят на различные климатические зоны: тропическую, подтропическую, умеренную и полярную. Каждой зоне соответствуют свои виды растений и животных, наиболее приспособленных к условиям этой зоны.

Так же и с почвой. Каждой климатической зоне соответствует своя почва, имеющая особый вид, состав и качество. Значит, так же как и климат, растительность и животные, почва подчиняется закону зональности. Она — часть единой и нераздельной природы.

Это было открытием, имеющим огромное значение для всего человечества.

Ведь только на почве можно выращивать нужные человеку растения, дающие продовольствие и сырье для промышленности. Только почва может дать корм сельскохозяйственным животным.

Почва кормит и одевает человека. Это знали, конечно, и раньше. Но как заставить почву давать большие урожаи?

Каждый земледелец решал этот вопрос по-своему. За многие тысячи лет человечество накопило немалый опыт возделывания и

удобрения почвы. Но этот опыт был результатом таланта и случайных удач отдельных людей. Земледелие было искусством.

Благодаря Докучаеву, открывшему тайну образования и развития почв, можно было уже выбирать приемы земледелия сознательно, на научной основе. Земледелие из искусства стало наукой.

Еще при жизни Докучаева его открытия получили международное признание.

«Только благодаря русским ученым почвоведение превратилось в науку, обнимающую весь земной шар», — так говорили ученые всего мира.

А немецкие ученые на одном из международных научных конгрессов заявили:

«Придется теперь учиться русскому языку тем почвоведам, которые хотели бы стоять на современном научном уровне».

Каждой климатической зоне соответствует почва, имеющая особую историю, особые условия развития, состав и свойства. Отсюда напрашивался вывод, что даже проверенные на практике приемы земледелия, которые являются наилучшими для одной зоны, могут вовсе не годиться для другой.

Именно такой вывод и сделал сам Докучаев.

«Таежная лесная почва, — заявил он в одной из своих лекций, — одевает весь север Германии. Применительно к этой почве и создана западноевропейская агрономия.

А великая Россия вытянута от полярных стран чуть не до тропиков. Поэтому пора нашим агрономам и их руководителям — профессорам оставить нередко почти рабское следование заграничным указкам и учебникам, составленным для иной природы… Пора наконец приурочить и наше земледелие и наше скотоводство и лесоводство к различным почвенным зонам нашей родины».

Докучаев стремится на практике убедить всех в правильности этих выводов. Богатые почвы русских черноземных степей теряли плодородие, постоянные засухи приводили к неурожаям и голоду. Докучаев видит причину этого в неумелом ведении сельского хозяйства и предлагает план возвращения степям их былого плодородия.

С большим трудом удается ему организовать специальную экспедицию в Каменную степь. Здесь, на водоразделе между Волгой и Доном, он ставит опыты, которые подвели итог всей его жизни в науке.

Правда, царское правительство не дало возможности довести эти опыты до конца, но они не пропали бесследно.

Когда в наши дни мы видим в степях лесные полосы,

защищающие поля от сухих ветров, плотины и водохранилища, склоны оврагов, укрепленные деревьями и кустарниками, или наблюдаем зимой за работами по снегозадержанию на полях, то каждый раз можем вспомнить имя первого русского почвоведа. Все это — меры, предложенные и проверенные им самим.

Василий Васильевич жил и работал в тяжелое время, когда передовые ученые не получали поддержки от правительства помещиков и капиталистов. Но все же не следует думать, что он был совсем одинок. Его окружало немало преданных учеников и последователей. Одновременно с ним изучением почвы занимался известный русский агроном Павел Андреевич Костычев. Сделанные им открытия, так же как и открытия Докучаева, составили основу современной науки о почве.

Последователи Докучаева — академики Василий Робертович Вильямс, Константин Дмитриевич Глинка, Владимир Иванович Вернадский, Дмитрий Николаевич Прянишников и другие русские и советские ученые дополнили и развили эту науку.

Сам Докучаев подробно описал историю почвы. Но он не успел завершить свой труд и поэтому не сказал, что будет с этими почвами в будущем.

Можно было сделать вывод, что почвы в различных зонах остаются неизменными. Именно такой вывод и поспешили сделать многие буржуазные ученые. И это разоружало человека в борьбе со стихийными силами природы.

И действительно, какой смысл орошать земли пустыни, останавливать и закреплять движущиеся пески, если они вечно были и всегда останутся бесплодными песками?

По-другому подошли к этому вопросу советские ученые. Они утверждали, что в природе нет покоя, что все в ней находится в постоянном движении и развитии. Это закон, из которого не может быть исключений. Значит, не может оставаться неизменной и почва.

Так оно и оказалось на самом деле. Советские почвоведы доказали, что почва не только различна в разных климатических зонах, но она, как растения и животные, постоянно изменяется и развивается.

Даже в холодной тундре, где на каменном рухляке поселяются микробы, лишайники и мхи, почва не остается неизменной. Живые существа из года в год разрыхляют и изменяют здесь горную породу, и состав почвы постоянно меняется.

Значит, развитие и изменение почв происходило не только в прошлом, оно происходит и в настоящее время. Только процесс этот протекает так медленно, что человек за свою короткую жизнь

не может заметить эти изменения. А раз так, то при разумном вмешательстве человека можно замедлить или, наоборот, ускорить происходящие в почве процессы. Можно также придать развитию почвы другое, нужное человеку направление.

Можно, например, задержать движущиеся пески пустыни, посадить на них засухоустойчивые растения. А оросив почву пустынь, изменив условия ее развития, можно выращивать на ней такие растения, которые ранее могли произрастать в других, более влажных зонах.

Человек может задержать движущиеся пески пустыни, высевая на них саксаул.

Можно также осушить болота, которые всегда считались негодными, «бросовыми» землями. Тогда богатства, накопленные микробами в почве болот в виде питательных веществ, позволят получать высокие урожаи.

Нужно только знать законы образования и развития почв и обрабатывать почву не по одному шаблону, а применительно к условиям каждой почвенно-климатической зоны.

Есть древняя народная сказка о скатерти-самобранке. Досталась чудесная скатерть мужику-бедняку. Созвал он друзей-приятелей. «Вот как захотели они есть, мужик сказал: „Развернись!“ Вдруг скатерть развернулась, и на ней всяких закусок и напитков наставлено великое множество. И начали они пить, гулять, веселиться. А как все наелись-напились, мужик говорит: „Свернись!“ Скатерть свернулась».

А почва? Разве она не похожа на такую скатерть? Быть может, именно почва и подсказала древним земледельцам поэтическую мечту о скатерти-самобранке.

Тонким покровом одела почва нашу землю, как праздничная скатерть одевает обеденный стол. И, как скатерть-самобранка, она кормит все живые существа, населяющие землю. Каждый находит на ней яства по своему вкусу и желанию.

Беда в одном: не всегда и не везде почва одинаково щедра, не всегда и не везде обильны ее дары. Вот и родилась мечта о почве, которая, как скатерть-самобранка, по одному слову земледельца отдавала бы все свои сокровища.

Василий Васильевич Докучаев первым указал путь к осуществлению этой мечты.

Конечно, сказка и действительность — вещи разные. В действительности почвы не подчиняются никакому волшебному слову. Но мудрое слово науки может сделать труд земледельца сознательным и более продуктивным.

Всюду на склонах гор и в пустыне, на месте бывшего болота и в плодородной украинской степи — ученые тщательно изучают состав почв и происходящие в них процессы, и все полнее открывается перед человечеством огромная роль почвенных микроорганизмов.

В каждом кубическом сантиметре серой лесной почвы ученые нашли около миллиарда микробов. А в плодородной черноземной почве их было уже несколько миллиардов.

Конечно, каждый микроб очень мал и практически почти невесом. Если вес бактерии среднего размера обозначить цифрой, то она будет выглядеть так: 0,0000000004 миллиграмма.

Но когда попробовали подсчитать общий вес почвенных микроорганизмов, то даже специалисты были поражены. Общий вес микробов, живущих на одном гектаре плодородной почвы толщиной в тридцать сантиметров, равен нескольким тоннам.

Значит, изучать почву — это, прежде всего, познавать жизнь и потребность ее невидимых обитателей.

Так сошлись дороги двух различных отрядов ученых — почвоведов и микробиологов. Они сомкнули свои ряды и вместе двинулись вперед, по дорогам страны невидимок.

С неба на землю

Лазурная чаша летнего неба опрокинута над землей.

На земле лежат огромные зеркала в оправе изумрудной зелени. В них отражаются и небо, и белоснежные облака, и кружевное одеяние плакучих ив.

А подойдешь ближе и видишь: не зеркала это вовсе, а цепь прудов, таких чистых и ясных, что не найдешь здесь ни зеленого ковра ряски, ни матовой пленки сине-зеленых водорослей.

Вот дрогнула, зарябила поверхность воды. Бегут волны от решетчатого переплета невода. Сильные руки тянут сети, и уже видны плененные ими сытые рыбы, мечущиеся, бьющие хвостами.

Богатый улов! Зеркальные карпы отливают серебром, искрятся на солнце крупной чешуей.

А потом уйдут рыболовы, и опять все тихо, спокойно. Невозмутима поверхность прудов. Она вновь вбирает в себя голубизну неба и отражает бегущие в небе облачка…

Рыбоводные пруды — хорошее, доходное дело. Но лишь тогда, когда они окружены постоянным вниманием и уходом. Надо их чистить, заполнять только проточной водой и даже удобрять.

Приходит назначенный срок, и поверхность прудов бороздят лодки. В лодках — ящики с минеральными удобрениями: калийными и фосфорными солями. Рыбоводы черпаками-решетами выгребают из ящиков удобрения и высевают их прямо… в воду.

И тогда у неискушенного зрителя возникает вопрос: какой в этом смысл? Зачем топить в прудах ценные удобрения? Ведь их не будут есть рыбы?

Ответ на эти вопросы вы можете поискать в рыбоводных книжках. Или еще лучше — сами загляните в таинственный полусумрак водоема и понаблюдайте за жизнью его обитателей.

Слой рыхлого ила устилает дно водоема. Это остатки мелких водных обитателей. Миллиарды бактерий работают здесь днем и ночью. Они разлагают подводный ил на вещества, вновь пригодные для питания растений. И дно водоема покрывается подводными лугами. А в толще воды, в каждой ее капле, также живут бактерии и микроскопические зеленые водоросли.

Бактериями и водорослями питаются инфузории.

Инфузории попадут на обед рачкам-циклопам и другим мельчайшим жителям пресных вод.

За счет всей этой мелкоты и нагуливает вес рыба.

Значит, чем больше будет микроскопических водорослей, тем лучше будет себя чувствовать все остальное население пруда!

Водоросли — растения. И, как все зеленые растения, они сами готовят для себя питательные вещества. Для этого им необходимы свет солнца и различные минеральные соли,

растворенные в воде.

В этом и заключается смысл удобрения рыбоводных прудов.

Минеральные удобрения топят в прудах не для того, чтобы ими кормилась рыба, хотя именно она и является единственной целью существования этих прудов. Минеральными солями подкармливают микроскопические водоросли, которые как будто бы никому не нужны и даже невидимы невооруженным глазом. Но водоросли — посредники между веществами неживой природы и всеми остальными обитателями водоема.

Подобная же взаимосвязь существует между почвенными микробами и наземными растениями. Микроорганизмы и здесь играют роль посредников. Без их помощи растения не смогли бы усваивать питательные вещества из почвы.

Все знают, что в почве есть перегной, что чем больше перегноя, тем почва лучше, плодородней.

Но что такое перегной и откуда он берется? Едва ли все сумеют правильно ответить на этот вопрос.

Пойдите как-нибудь в поле или в лес и посмотрите, что делается там в верхнем слое почвы.

В лесу земля покрыта толстым слоем хвои, шишек и мелких сучьев. Этот мягкий пружинистый лесной ковер называют лесной подстилкой.

Разройте ее немного. Под тонким слоем свежей, только что опавшей хвои вы увидите буроватый слой полуразложившихся иголок, шишек и веток. Некоторые из них уже распались на части. Копайте еще глубже. Здесь, в темно-буром слое подстилки, уже трудно найти отдельные части растений — они почти полностью разложились.

Теперь возьмем горсть этой бурой массы и проделаем маленький опыт.

Принесенную из леса бурую массу положим в стакан со слабым раствором соды, тщательно взболтаем, а потом дадим этой болтушке отстояться.

Мы увидим, как крупные частицы еще не разложившихся растительных тканей осядут на дно, а бесцветный ранее раствор соды станет бурым. Если эту бурую жидкость осторожно влить в другой стакан и прибавить к ней немного уксусной кислоты, то на дно выпадет хлопьевидный остаток, а жидкость вновь станет бесцветной. Осадок можно собрать и высушить в теплом месте. В результате мы получим темно-бурое, почти черное, блестящее вещество. Оно хрупко, легко растирается в порошок, хорошо горит и сгорает почти без остатка.

Это и есть чистый перегной.

Повсюду на поверхности земли, где есть хотя бы маленькая

кучка хвои, листьев, стеблей или корней растений, микробы работают над превращением растительных остатков в перегной.

Правда, если растительные остатки очень сухи и лежат на воздухе, то перегноя может и не получиться: микробы разложат растительные ткани, и они истлеют, как бы сгорят на воздухе.

Но на кучу соломы, корней или листьев может упасть дождь. Или, как это было в лесной подстилке, остатки растений спрессуются в плотную, влажную массу. И тогда все пойдет по-иному.

Первыми за дело принимаются микроскопические грибки. Они быстро размножаются. Растительные остатки начинают темнеть, затем размягчаются и покрываются сверху белым налетом плесени — большими колониями грибков.

Проходит несколько дней, и плесневые грибки, сделав свое дело, уступают место бактериям. Армия за армией бросаются разные виды бактерий на растительные остатки. Один вид микробов подготавливает пищу и место обитания для другого. Но все вместе они делают одно дело.

Ткани растений разлагаются все сильнее. Пройдет немного времени, и на месте кучи листьев или корней остается только лужица темного жидкого вещества.

Это перегной. Он впитывается в почву, и она приобретает бурый цвет.

Но и в почве живут микробы. Их там еще больше, чем на поверхности земли. Они постоянно, днем и ночью, разлагают, превращают в перегной корни отмерших растений. И почва еще больше темнеет.

А новые корни живых растений ежегодно пронизывают почву во всех направлениях. Это излюбленное место обитания бактерий, которых называют корневыми. Поселяются они вблизи живых корней неспроста.

Корни добывают для растения воду и минеральные соли из почвы. Растворы минеральных солей поднимаются вверх по сосудам стебля. А навстречу к корням движутся органические вещества, созданные в листьях. Ведь корни не только добытчики — они сами растут и нуждаются в питании.

Избыток питательных веществ, попадающих из стебля в корни, постоянно просачивается в почву. Этим и пользуются корневые бактерии. Возле корней растений они находят не только удобную «жилплощадь», но и сытный «стол».

Корневые бактерии за лето много раз отмирают, сами попадают на обед другим микробам и таким образом пополняют запасы перегноя в почве.

Но корневые бактерии полезны не только этим. Они

выделяют много клейкой слизи, которая смешивается с перегноем, и он приобретает замечательное свойство — склеивать частички почвы в мелкие комочки. Почва, как говорят, становится структурной.

Только такая мелкокомковатая почва может накапливать в себе запасы воды и питательных веществ, необходимых растениям. Она сложена из бесчисленного количества комочков размером с просяное зерно или чуть больше. И каждый комочек — это целый мирок, населенный различными бактериями. Когда ученые заглянули в этот мирок, они поняли один из главных секретов плодородия почвы.

Дело в том, что созданный микробами перегной еще не может служить пищей для растений. И тут, оказывается, нужны посредники — другие микробы, которые разлагают перегной на более простые соединения, растворимые в воде.

Перегной создают бактерии, которые не нуждаются в кислороде воздуха. А разложить его и превратить в пищу для растений могут только бактерии, работающие при доступе воздуха.

Создается как будто неразрешимое противоречие. Для того чтобы получить перегной, в почве не должно быть воздуха, а для того чтобы этот перегной усвоили растения, воздух нужен.

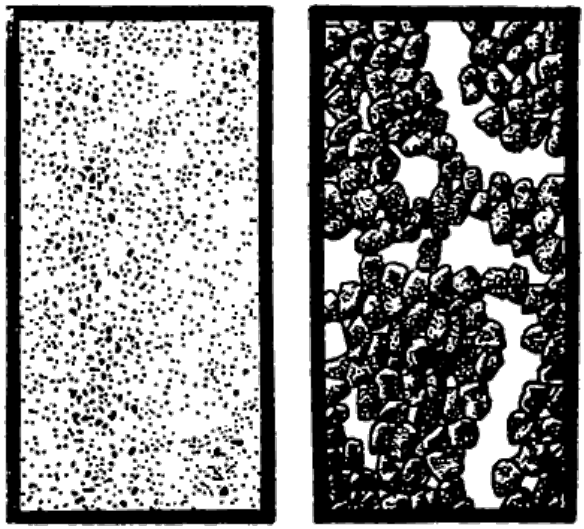
Это противоречие и разрешается в структурной мелкокомковатой почве.

В почвах, бедных перегноем, комочки легко распыляются, размываются водой, а воздух вытесняется.

Поэтому в бесструктурной, распыленной почве все поры заполняются или только воздухом, или только водой. В первом случае в такой почве могут жить лишь бактерии, разлагающие перегной, во втором — только те, что перегной создают.

А в структурной почве находят подходящие для себя условия и те и другие.

Структурная почва хорошо удерживает воду. Она пропитывает почвенные комочки и хранится там, словно в крошечных резервуарах. А воздух свободно проходит в бесчисленные промежутки между комочками. Здесь, на поверхности почвенных комочков, работают бактерии, разлагающие перегной. Внутри же комочков, где нет воздуха, находят пристанище бактерии, которые перегной создают.



Структурная (справа) и бесструктурная (слева) почвы.

Значит, в структурной почве одни виды бактерий постоянно готовят перегной, склеивающий частицы почвы, а другие с тем же постоянством превращают этот перегной в пищу для растений.

В почве может быть много перегноя, но растения будут голодать, если почва останется слишком плотной, не пригодной для жизни бактерий, разлагающих перегной.

Поэтому почву обрабатывают — рыхлят, вносят в нее навоз и другие удобрения.

Раньше думали, что удобрения нужны только растениям. Теперь стало ясно, что удобрения — это также подкормка для бактерий, которые создают в почве пищу для растений.

Или точнее: растения питаются не навозом, который дается в виде удобрения. Они питаются продуктами жизнедеятельности микроорганизмов, разлагающих этот навоз.

Микроскопические грибы и бактерии сопровождают растения в течение всей их жизни. Эта взаимосвязь сложилась очень давно. Со временем многие виды корневых бактерий успели специализироваться. Они поселяются лишь на корнях определенных растений и даже растений определенного возраста.

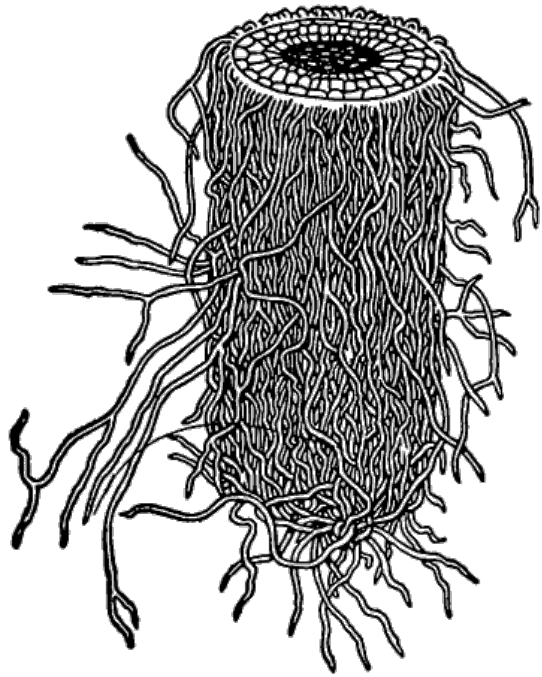
Есть бактерии, которые живут на корнях пшеницы только в период развития всходов, а другие — только в период молочной спелости.

Одни бактерии приспособились к жизни на корнях клевера, другие — земляники, третьи — картофеля.

На корнях дуба, граба, бука, хвойных деревьев и многих других высших растений поселяются микроскопические грибки.

Иногда они развиваются в оболочке корней, но чаще окутывают корневую систему плотным грибным чехлом, от которого во все стороны отходят тонкие грибные нити.

Это так называемая микориза, или грибокорень. И действительно, нитевидные клетки грибка уходят далеко в почву и как бы дополняют корни растения-хозяина. С помощью микоризы растение всасывает воду и питательные вещества с гораздо большей площади, чем это могли бы сделать одни корни. При этом грибные нити не только подносят пищу к корням растения — они еще сами ее готовят, разлагая, подобно бактериям, сложные органические вещества на более простые и растворимые.



Микориза, или грибокорень: корешок дерева (срез его виден вверху) со всех сторон окутан чехлом тонких грибных нитей.

Взамен выполняемой ими «работы» грибы получают некоторые вещества, содержащиеся в корнях.

Каждый вид растения «дружит» только с определенным видом гриба. И «дружба» эта так прочна, что ни растения, ни грибы одни без других, развиваться не могут.

Вот почему при разведении леса в почву обычно вносят немного лесной земли, взятой из-под таких же пород деревьев. Вместе с этой землей переносятся и зародыши микоризы. Грибки

быстро разрастаются, а молодые деревца с их помощью хорошо принимаются и растут.

Заражение почвы микоризой приобретает особенное значение в степной полосе. В почвах северной лесной зоны всегда много грибков, и микориза обычно сама образуется на корнях молодых деревьев. А в степях лесов давно уже нет. Нет там и зародышей грибков в почве. Поэтому, для того чтобы вырастить хорошие лесные полосы в степных районах, там под каждый сеянец вносят землю с зародышами грибка.

Некоторые ученые считают, что почвенные микроорганизмы имеют для растений то же значение, что и пищеварительная система для животных. Ведь животные получают пищу, которая непригодна для непосредственного усвоения телом. Эта пища предварительно перерабатывается в желудке и кишечнике. Под воздействием пищеварительных соков она превращается в вещества, которые могут усваиваться живыми клетками организма. Так же и в почве. Сложные химические соединения, накапливающиеся в почве, сами по себе для питания растений непригодны, но они перерабатываются микробами и тогда превращаются в пищу для растений.

Одни виды бактерий помогают растениям усваивать пищу из почвы и даже из воздуха. Другие обогащают почву новыми питательными веществами. Третьи очищают почву от корневых выделений и отмерших корней. Для микробов это прекрасная пища. А для растений — это отбросы непригодные и даже вредные. Если бы они накопились в почве в большом количестве, то задержали бы развитие растений.

При разложении органических остатков в почве иногда накапливается сероводород. Этот газ очень ядовит для растений. Но если в почве созданы подходящие условия для жизни серобактерий, то сероводород будет обезврежен. Серобактерии станут питаться ядовитым газом и превратят его в соединения серы, необходимой для питания растений.

Растения нуждаются в углекислом газе, который они используют для создания органических веществ. Но в воздухе углекислоты немного — всего три сотых процента. А растения могут усвоить в несколько раз больше.

Правда, советский ученый, академик А. Л. Курсанов доказал, что углекислоту растения получают не только через листья — из воздуха, но и через корни — из почвы. Однако через корни поступает не более двадцати пяти процентов углекислоты, необходимой растениям.

И вот оказалось, что добавочные порции углекислого газа растения получают также благодаря микроорганизмам.

Почва, как принято говорить, «дышит». Она постоянно выделяет много углекислоты. Это происходит благодаря жизнедеятельности микробов, которые выделяют углекислый газ.

Ученые установили, что почвенные бактерии «дышат» так энергично, что относительно к своему весу выделяют углекислого газа в восемьсот раз больше, чем человек. Зная, какое огромное число бактерий обитает обычно в почве, нетрудно понять, что почва действительно дышит, словно цельный живой организм.

Представьте себе поле хлопчатника. Рыхлая, удобренная, влажная почва — благоприятная среда для развития бактерий. Они выделяют много углекислого газа. Зеленые листья хлопчатника своей нижней стороной обращены к поверхности почвы. На этой стороне у листьев множество мельчайших щелей-устьиц. Когда устьица открываются, углекислый газ, идущий от земли, проникает через них внутрь листа. Так растения получают дополнительное углекислое питание. Углекислота, выделяемая почвенными микроорганизмами, — это своего рода газовое удобрение для растений.

На площади в один гектар почвенные микроорганизмы выделяют в год более семи миллионов литров углекислоты. Поэтому почва — один из основных источников, из которого пополняются запасы углекислого газа в воздухе.

Правда, не все почвенные микробы приносят пользу растениям. Есть в почве и вредные микроорганизмы. Одни вызывают заболевания растений, другие сводят на нет все то, что сделано полезными.

Ученые тщательно исследовали несколько сот видов нужных для человека растений и установили, что они подвержены многочисленным заболеваниям. И растения были бы бессильны против болезнетворных микробов, если бы тут к ним на помощь не приходили почвенные микроорганизмы.

В почве обитает беспощадный враг льна, хлебных злаков, хлопчатника, чайных кустов, сосны и многих других растений. Это микроскопический грибок фузариум. Нити этого страшного грибка извиваются в почве словно змеи, оплетают плесенью комочки почвы и повсюду отыскивают корни растений. Проникнув в корни, нити грибка быстро разрастаются и губят свою жертву.

Фузариум опустошил бы весь земной шар, если бы на его пути не стояли более сильные противники: возле корней растений живут бактерии, которые поедают и растворяют нити фузариума.

Ученые даже предполагают, что микроорганизмы-защитники выделяют вещества, которые играют для растений роль лекарств.

Они всасываются корнями и помогают растениям бороться с заболеваниями.

Значит, для того чтобы растения хорошо росли и давали высокий урожай, надо, чтобы в почве как можно лучше размножались полезные почвенные микроорганизмы.

Полезные микробы создают почву, накапливают в ней питательные вещества, помогают растениям эти питательные вещества усвоить. А вредные микробы, наоборот, расхищают питательные вещества почвы или вновь переводят их в состояние, непригодное для питания растений.

Все зависит от того, какие микробы берут верх.

А это значит, что для получения высоких урожаев надо не только содействовать размножению полезных микроорганизмов, но и препятствовать развитию вредных. Давно известные и проверенные на практике приемы обработки почвы к этому, собственно, и направлены.

Весь труд земледельца предстал теперь в ином свете.

Тысячи лет люди пахали, бороновали, удобряли и поливали землю. Знали, как это надо делать, но не могли объяснить, почему.

Тысячи лет земледельцы поднимали свои глаза к небу, ожидая помощи сверхъестественных сил. Сколько молебнов отслужили они в наивной надежде вернуть былое плодородие истощенной почве!

А наука доказала, что именно здесь, в самой почве, и лежит секрет ее плодородия.

Почва — это особое, постоянно изменяющееся тело природы, в котором ни на минуту нет покоя. Почва насквозь проникнута живыми существами и сама порождает новую жизнь.

Чудесной скатертью-самобранкой лежит почва перед земледельцем. Всем хватит места за столом природы, накрытым этой скатертью, всех она оденет и накормит. Нужно только уметь с ней обращаться.

И самое главное: надо знать, как наилучшим образом использовать невидимую, но могущественную армию невидимок, обитающих в почве.

О маленькой буре и большом открытии

Весна 1889 года. Над Петербургом висит туман и моросит дождь, словно поздней осенью. Окна Института

экспериментальной медицины выходят в старый парк Каменного острова. Сквозь потоки стекающих по стеклу дождевых капель видны ряды деревьев, выстроившиеся вдоль глухой улички петербургской окраины. Туманными ночами в парк проникает голубоватый свет редких газовых фонарей. Лужицы на дорожках парка отражают этот свет и, будто оловянные зеркала, подсвечивают снизу стволы деревьев, потемневшие от сырости.

Все это всем давно знакомо, и поэтому редко кто бросает взгляд на плачущие стекла больших окон.

Лишь в лаборатории микробиологии у окна подолгу простаивает человек, что-то пытливо высматривающий за серым пологом моросящего дождя.

Человек этот еще молод, худощав и строен. Русые волосы зачесаны назад, брови сосредоточенно сдвинуты над серыми глазами.

Это Сергей Николаевич Виноградский. Решение загадки серобактерий, открытие роли железобактерий и другие исследования создали ему громкое имя в науке.

А теперь он стоит на пороге нового открытия. Но оно упорно не дается в руки. Он снова и снова берется за свои пробирки и колбы, часами просиживает у микроскопа. А потом, убедившись в неудаче еще одного опыта, стоит на привычном месте у окна и размышляет.

И, как страницы невидимой книги, мелькают перед ним, сменяя друг друга, события и факты, которые, быть может, подскажут верный путь в стране невидимок.

Он видит: на открытой террасе богатой приморской виллы сидит тучный старик и пишет. Груда пергаментных свитков постепенно растет перед стариком. Все в древнем Риме знают и чтут этого старца — известного писателя и ученого Марка Теренция Варрона. Он немало видел, многое знает и на склоне своих дней спешит поделиться этими знаниями с потомством.

Где-то, на одном из бесчисленных пергаментных свитков, в перечне наблюдений за явлениями природы он сообщает о чудесном свойстве бобовых растений.

«Значит, — размышляет Виноградский, — еще в древние времена было известно, что бобовые растения — клевер, люцерна, горох, лупин, фасоль — хорошо растут даже на таких почвах, где другие растения дают плохие урожаи».

Причину этого объяснить в древности, конечно, не могли, но заметили, что если на малоурожайной почве росли хотя бы один год бобовые травы, то там можно уже выращивать другие растения и получать хорошие урожаи.

Плохая почва чудодейственным образом становилась

хорошей. Это также было непонятно. Но этим свойством бобовых пользовались.

Знаменитый ученый и писатель древности Гай Плиний Старший почти всю жизнь писал многотомный труд о живой и мертвой природе. Он тоже не забыл упомянуть о бобовых и даже оставил рецепт, проверенный сотнями земледельцев на его родине: «Если после пшеницы сеять бобы, то можно повысить плодородие почвы».

Проходили века, слава бобовых продолжала жить, но знали о них не больше, чем люди древнего мира.

Только через две тысячи лет после Варрона и Плиния ученые впервые исследовали химический состав зеленых растений. При этом особенно много было найдено соединений железа, кальция, магния, фосфора, азота…

А когда почвоведы исследовали состав почв, то и там нашли все эти соли, только одних было больше, других меньше.

Все, конечно, понимали, что растения получают необходимые им соли из почвы при помощи корней. Но какие из этих солей более всего необходимы растениям? Это продолжало оставаться неясным. А между тем знание потребности растения в питательных веществах позволило бы управлять жизнью растений. Тогда ученые стали выращивать растения в растворах: одни растения в растворах, где были все соли, обнаруженные в растительных тканях, а другие — в растворах с теми же солями, но без какой-нибудь одной. Были проделаны сотни таких опытов с различными растениями.

И вот результат: чтобы растения хорошо развивались, им нужны почти все соли, имеющиеся в почве. Но есть и такие соли, без которых растения вообще существовать не могут. Особенно большое значение имеют минеральные соединения азота, — соли азотной кислоты, — так как азот входит в состав белков — главной составной части всех живых клеток и тканей.

Азота очень много в воздухе. Однако растения не могут усваивать газообразный азот. Рождаясь и живя в воздушном океане, три четверти веса которого составляет азот, растения все же погибнут, если в почве не будет растворимых соединений азота.

Опыты неизменно подтверждали это. Достаточно было добавить в почву немного азотных соединений, и растения развивались хорошо, давали большой урожай.

Откуда же пополняются запасы азота в почве? Ведь за долгую историю Земли растения должны были бы уже давно поглотить все его запасы.

Вот тут-то ученые и вспомнили древний рецепт с посевом

бобовых растений. Оказалось, что там, где растут бобовые, содержание азота в почве не уменьшается, а, наоборот, увеличивается.

«Так вот оно что! — обрадовались агрономы. — Значит, именно бобовые растения накапливают азот в почве!»

Однако наука не терпит домыслов. Она требует фактов, только фактов. И ученые продолжали поиски. Исследователи взяли песок и прокалили его хорошенько на огне. Потом добавили в него все питательные вещества, кроме азота, и посеяли клевер с горохом. И что же? Бобовые растения не только не накопили азота, а сами погибли от азотного голода.

Решение загадки упорно не давалось в руки Виноградскому.

«Вот так штука! — развели руками те, кто еще недавно радовался разгадке тайны бобовых. — Выходит, что бобовые растения вовсе и не накапливают азота в почве».

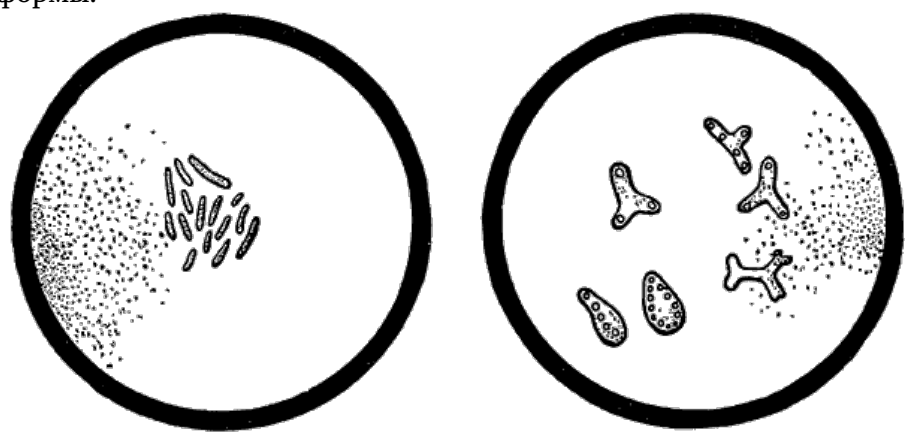
Между тем исследования почв по-прежнему подтверждали: там, где растут бобовые растения, количество азота в почве не уменьшается, а увеличивается.

В чем же дело? Вместо того чтобы проясниться, вопрос еще больше запутался.

Помог решению этой загадки природы русский ботаник Михаил Степанович Воронин.

Ученый с мировым именем, он много лет занимался изучением микроскопических грибков и своими открытиями в этой области завоевал всеобщее признание.

Михаил Степанович Воронин тоже заинтересовался загадкой бобовых растений. Он обратил внимание, что на корнях этих растений всегда есть какие-то наросты, вроде маленьких клубеньков. Об их существовании знали и раньше, но не придавали им значения. А Воронин тщательно исследовал содержимое клубеньков и в 1866 году обнаружил, что они буквально набиты «одноклеточными живыми существами». Это были мелкие подвижные бактерии в виде палочек неправильной формы.



Слева — клубеньковые бактерии в первоначальном виде; справа увеличенные формы их после разрастания внутри клубеньков.

«Нет ли какой-то связи между этими бактериями и накоплением азота в почве? — подумали микробиологи. — Но как это проверить?»

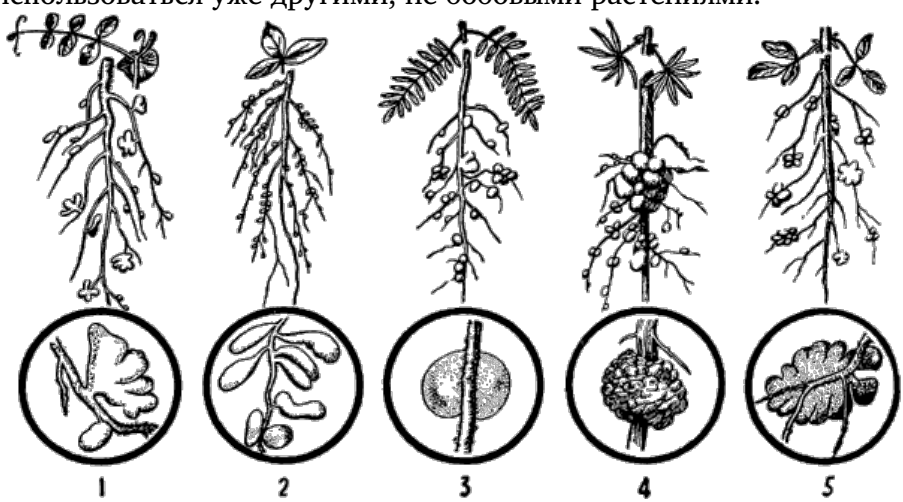
Тогда за исследование клубеньков взялись химики. Они подтвердили, что бобовые растения накапливают азот в почве только в том случае, если на их корнях есть клубеньки. В

прокаленной почве или песке, где нет никаких бактерий, клубеньки на корнях бобовых не образуются и азот в почве не накапливается. Но если прокаленную почву или песок «заразить» обычной почвой, то на корнях бобовых появляются клубеньки и начинается накапливание азота.

Значит, догадка была правильной. Именно клубеньковые бактерии накапливают азот в почве. Они внедряются в корневые волоски, размножаются там и проникают дальше в корень. Под влиянием бактерий, клетки корня разрастаются и образуют клубеньки.

Клубеньковые бактерии и бобовые растения — еще один пример взаимопомощи в природе. Бактерии усваивают азот непосредственно из воздуха и превращают его в вещества своего тела. Бобовые растения пользуются азотом, накопленным в теле бактерий, а последние в обмен берут из соков корня нужный им сахар.

Когда бобовые травы скашивают или они отмирают сами, то их корни вместе с клубеньками сгнивают. Тогда азотные соли, накопленные бактериями, остаются в почве и могут использоваться уже другими, не бобовыми растениями.



Различные виды клубеньков, наполненных бактериями, на корнях бобовых растений 1 — на горохе; 2 — на клевере; 3 — на сераделле; 4 — на люпине; 5 — на доннике.

Взаимосвязь между бобовыми растениями и клубеньковыми бактериями возникла, конечно, не вдруг, а сложилась в течение длительного времени. Различные виды клубеньковых бактерий приспособились к жизни на корнях разных бобовых растений. Одни клубеньковые бактерии живут на корнях клевера, другие —

люцерны, третьи — люпина, четвертые — фасоли и т. д. А эти растения могут пользоваться услугами только «своих» клубеньковых бактерий.

Веками ломали люди голову над таинственной славой бобовых растений. Теперь поняли, что слава эта была заслуженной, но приобрели ее бобовые лишь благодаря «дружбе» с клубеньковыми бактериями.

Ученые сделали важное открытие. Однако оно еще не решило вопроса в целом. Ведь бобовые растения есть не везде. И там, где их нет, растения все же получают азот из почвы.

Откуда же он берется?

Поисками ответа на этот вопрос и занялся Сергей Николаевич Виноградский.

Вновь и вновь размышляет он над явлениями, которые давно известны, но все еще не объяснены наукой.

Много лет назад, в середине XVI столетия, корабли европейских путешественников и купцов стали все чаще приставать к берегам Индии, Китая и Южной Америки. Рассказывали потом, что в этих странах много залежей какой-то белой соли. Она лежит неглубоко в земле и похожа на пласты слежавшегося снега. Образцы этой соли привезли в Европу, и вскоре караваны судов отправились за ней в дальние страны. Белая соль, которую назвали селитрой, оказалась очень ценной — из нее можно было делать порох.

Но и в те давние времена далеко не все ученые думали над созданием новых взрывчатых веществ. Были и такие, что работали не ради истребления людей, а для их благополучия. И они обратили внимание на рассказы моряков, привозивших селитру. А моряки видели, что в местах, где лежит селитра, земля покрыта особенно богатой растительностью.

«Быть может, эта соль нужна для питания растениям? — предположили ученые. — Что, если испробовать ее для удобрения полей?»

И когда испробовали, то результаты превзошли все ожидания. С полей, удобренных селитрой, были сняты небывалые урожаи.

Еще больше кораблей стало отправляться ежегодно за океан за белой солью. Потом химики проверили состав селитры и объяснили, почему она повышает плодородие почвы. Селитра оказалась солью азотной кислоты, той самой, в которой больше всего нуждаются растения.

Откуда же берется селитра? Быть может, она выносится из глубоких недр земли водными потоками? Или выбрасывается вулканами?

Пока ученые спорили о происхождении селитры, корабли продолжали перевозить ее через моря и океаны. Чудесную «соль плодородия» выгружали в различных европейских портах. И доставка селитры обходилась так дорого, что ее часто не окупала прибавка в урожае. Получалось, как в известной русской пословице: «За морем телушка — полушка, да рубль перевоз».

Но разве селитра образуется лишь в заморских странах?

Сергей Николаевич Виноградский вспоминает кое-что другое: в России еще при Петре Первом умели добывать селитру на месте, без далеких экспедиций в страны Востока и Запада.

Возле Астрахани есть село Селитряное. Вот там-то в особых сараях — селитряницах — и изготовляли селитру. В сараи сваливали разные отбросы и навоз, смешанные с рыхлой землей и негашеной известью. Через некоторое время в кучах отбросов накапливалась селитра.

«Не проще ли всего предположить, — говорил себе Виноградский, — что селитра накапливается в результате жизнедеятельности микробов, разлагающих органические остатки?»

Собственно, к этой мысли пришли и другие ученые. Но, чтобы доказать правильность предположения, надо найти микроба, накапливающего селитру, а он остается неуловимым, хотя исследователи гоняются за ним вот уже двенадцать лет.

Было известно и другое: селитра накапливается только там, где в растворах или почве есть аммиак. Это бесцветный газ с резким, неприятным запахом. Вместе с водой он образует известный всем нашатырный спирт. Аммиак выделяется при гниении растительных и животных остатков и содержит много азота.

Ученые не раз повторяли один и тот же опыт. В жидкость с примесью аммиака бросали комочек земли. Когда в растворе размножались микробы, попавшие туда вместе с землей, то аммиак постепенно исчезал, а взамен него появлялась селитра. Тогда попробовали в жидкость с аммиаком бросить комочек земли, прогретой предварительно при температуре выше ста градусов. В этом случае микробы уже не размножались, а селитра не накапливалась. Но стоило к такой прогретой земле добавить хотя бы крошечный комочек свежей, как все шло по-прежнему: микробы бурно размножались, аммиак исчезал, а взамен появлялась селитра.

Можно ли было более убедительно доказать, что именно микробы накапливают селитру? Однако выделить таких микробов в чистом виде не удавалось.

Сергей Николаевич Виноградский десятки раз ставил этот

опыт. Но как угадать, какой из целого полчища микробов, населяющих почву, «виновен» в превращении аммиака в селитру?

На поверхности жидкости с аммиаком обычно появляется тонкая пленка — скопление множества микробов. Виноградский отделил едва заметный кусочек пленки, перенес ее в свежую воду и разбавлял ее до тех пор, пока в каждой капле воды осталось не более одного микроба.

Оказалось, что пленку образовали микробы пяти разных видов. Все они хорошо размножались на поверхности питательного студня. Теперь оставалось только испытать каждый микроб в отдельности и таким образом найти тот, который накапливает селитру.

И вот проведено еще пять опытов. И еще столько же повторно. Но ни один из пяти выделенных микробов не накапливал селитры.

Получалось, что один вывод науки прямо противоречил другому. В первом случае было доказано, что именно микробы, живущие в почве, накапливают селитру. А из опыта Виноградского, наоборот, вытекало, что они этого делать не могут.

Нетерпеливый исследователь, пожалуй, отчаялся бы и махнул рукой на эту, казалось бы, неразрешимую загадку. Именно так и сделали многие.

Но не таким был Виноградский.

«Это был, — рассказывал потом его ученик, академик В. Л. Омелянский, — талантливый натуралист. В лабораторной работе он отличался большой ловкостью и находчивостью. Он избегал проторенных путей, где все существенное уже сделано, и предпочитал избирать новые, оригинальные темы для своих исследований…»

Вот почему неудачи первых попыток не только не разочаровали Виноградского, а наоборот, увлекли его трудностью задачи. Он придумывает все новые опыты и наконец обращает внимание на слизистый осадок, который образовался на дне сосуда, где была жидкость с аммиаком. В этом осадке Виноградский находит короткие палочковидные бактерии. На питательном студне, где так быстро размножаются и образуют колонии все другие микробы, эти палочки не проявляют даже признаков жизни. Для них совсем не годится пища, пригодная для других микробов.

Но, как только бактерии из слизистого осадка попадают в среду аммиака, они начинают размножаться и превращают аммиак в селитру. Значит, аммиак поддерживает жизнь этих бактерий. Они питаются аммиаком точно так, как серобактерии

— сероводородом.

Загадка была решена, и вновь открытые бактерии получили название «нитрофицирующие», от латинского слова «нитрум» — селитра.

Бактерия-нитрификатор, найденная в почве С. Н. Виноградским; переводит аммиачные соли в соли азотной кислоты.

А в 1894 году в Москве собрался съезд ученых-естествоиспытателей. Все знаменитости присутствовали здесь. Вступительную речь сказал Климент Аркадьевич Тимирязев. Он же предоставил слово одному из основных докладчиков — Сергею Николаевичу Виноградскому.

«Не только зеленые растения могут жить за счет неорганической пищи, — сказал Виноградский. — Есть и среди микробов такие неприхотливые существа. Они отыскивают всякие отбросы, берут из них аммиак и углекислый газ и, питаясь этими веществами, проделывают огромную работу — создают селитру.

Там, где для этих микробов есть благоприятные условия, они могут накапливать огромные количества азота. Именно так образовались залежи селитры в Индии, Китае, в Америке».

А у нас, в Туркменской республике, есть большая Дурунская пещера. В ней живут десятки тысяч летучих мышей. Их помет постоянно разлагают бактерии. В результате образуются аммиак и аммиачные соли. А нитрофицирующие бактерии перерабатывают аммиачные соли в селитру. В Дурунской пещере накопилось так много селитры, что ее добывают для нужд промышленности и сельского хозяйства.

Нитрофицирующие бактерии живут повсюду. Будь то в поле, на огороде или в лесу — везде, где есть остатки растений и животных или навоз, внесенный в качестве удобрения, бактерии

делают свое дело. В результате гниения выделяется аммиак, но он не исчезает: его перехватывают бактерии-нитрификаторы и превращают в селитру.

Проблема образования селитры в почве, казалось, была решена. Но сам же Виноградский усомнился в правильности своих выводов.

Для того чтобы могли образоваться залежи селитры, подобные тем, какие мы находили в Индии, Китае и Америке или Дурунской пещере, нужно не только длительное время, но и исключительные условия. В обычной же почве нитрифицирующие бактерии не могут накопить такое количество аммиака.

Простой подсчет показывает, что азота в органических остатках, попадающих в почву, недостаточно для покрытия потребностей растений. Ведь значительная часть селитры постоянно вымывается из почвы водой. Кроме того, в почве наряду с нитрифицирующими живут еще бактерии, которые не накапливают, а, наоборот, разлагают соединения азота. Азот при этом улетучивается в атмосферу и вновь становится недоступным для растений.

И все же растения почему-то не погибают от азотного голода. Остается предположить, что наряду с нитрификаторами в почве есть бактерии, которые способны усваивать азот из воздуха. К такому выводу и пришел Виноградский.

«Я не могу примириться с мыслью, — заявил он, — что существа, способные усваивать азот из воздуха, селятся только на корнях бобовых растений. Такие существа должны быть в почве, и их надо найти. Только тогда можно будет считать вопрос полностью решенным».

И Сергей Николаевич Виноградский предпринимает новое путешествие в страну невидимок.

Снова десятки и сотни опытов. Снова временный успех сменяется неудачей, разочарование — новым успехом.

«Если в почве есть микроорганизмы, способные усваивать азот из воздуха, — рассуждал Виноградский, — то они могут жить там, где совсем нет соединений азота».

И ученый приготовил питательный раствор, лишенный азотистых веществ, и опустил в него комочек садовой земли. Через несколько дней со дна стеклянной колбы с раствором начали выделяться пузырьки газа. Потом брожение усилилось, на поверхности жидкости в колбе разыгралась маленькая буря. А еще через несколько дней вся поверхность жидкости покрылась матовой пленкой микроорганизмов.

Виноградский понимал, конечно, что вместе с комочком земли он внес в колбу различных микробов. Для решения

поставленной задачи следовало выделить азотоусваивающий микроб из многих тысяч других.

Но как это сделать?

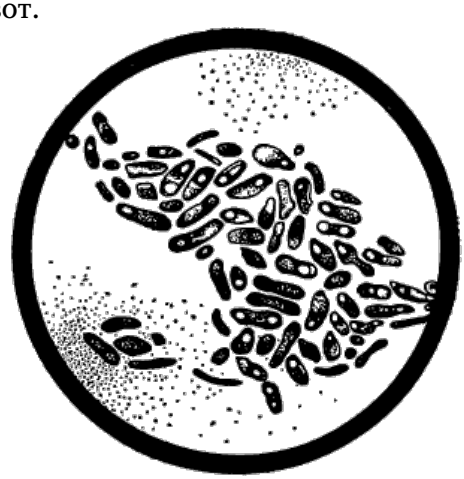
И Сергей Николаевич нашел выход. Тончайшей платиновой иголкой, предварительно прокаленной на огне, он извлек крошечный комочек пленки из колбы.

Как ни мал был этот комочек, в нем все же были тысячи различных микробов. Всех этих микробов исследователь поместил в другую колбу, где был питательный раствор, также лишенный азотистых веществ.

Это была своего рода «военная хитрость», которая, по расчетам Виноградского, должна была принести ему успех. Он рассуждал примерно так:

«Большинство микробов, перенесенных в раствор, лишенный азотистых веществ, должно погибнуть от азотного голода. А микробы, которые способны усваивать азот из воздуха, выживут все. Значит, если многократно повторять этот опыт и переносить комочек бактериальной пленки последовательно из одной колбы в другую, то в результате должны остаться только азотоусваивающие микробы».

Хитрость удалась. Виноградский выделил микроба и назвал его «клостридиум». Это были бактерии овальной формы, свободно живущие в почве возле корней растений и усваивающие газообразный азот.



Бактерия, усваивающая из воздуха азот, открыта С. Н. Виноградским и названа им «клостридиум пастерианум» (увеличение в 1000 раз).

Так маленькая буря в лабораторной колбе подсказала ученому путь к большому открытию.

А несколько позже, в 1901 году, голландский ученый Мартин

Бейеринк, применив методику Виноградского, нашел в почве еще одного азотоусваивающего микроба и назвал его «азотобактер». Оказалось, что свободно живущие азотоусваивающие бактерии могут за лето накопить до пятидесяти килограммов азота на каждом гектаре почвы.

Но предел ли это?

Ведь если научиться управлять деятельностью азотоусваивающих бактерий, то они, быть может, смогут «работать» еще продуктивнее? Тогда не нужно будет перевозить удобрения на далекие расстояния. Соль плодородия будет создаваться на месте в таком количестве, в каком это необходимо растениям.

Мысль эта была так заманчива, что уже сотни ученых в различных странах занялись исследованием нитрофицирующих и азотоусваивающих микроорганизмов. С каждым годом все более прояснялась картина происходящих в почве явлений.

Благодаря микробам в почве совершается постоянный круговорот азота. На каждом этапе этого круговорота, словно на отдельных участках конвейера, работают разные микроорганизмы.

Начинается с того, что отмершие растения и животные попадают в распоряжение грибов и гнилостных бактерий. В результате гниения образуется аммиак, который под влиянием нитрофицирующих бактерий превращается в соли азотной кислоты — селитру.

Селитра потребляется растениями, но может также попасть на «обеденный стол» вредным бактериям, разлагающим азотнокислые соли. В таком случае из селитры вновь выделится газообразный азот. Но и он не весь будет потерян. Клубеньковые и свободно живущие в почве азотоусваивающие бактерии перехватят этот азот и вновь превратят его в азотные соединения, пригодные для питания растений.

Подобные сложные превращения происходят в почве и с другими веществами, необходимыми растениям: фосфором, серой, железом, углеродом, кальцием, калием, магнием… Кругооборот каждого вещества «обслуживает» группа особых микробов. А все вместе они придают почве то замечательное свойство, которое мы называем плодородием.

Познание богатого микроскопического населения почвы, многообразных и сложных процессов, совершающихся там, — все это потребовало усилий многих ученых, специальных знаний. Из армии исследователей страны невидимок выделился особый отряд, родилась новая отрасль науки — почвенная микробиология.

Основателем этой науки по праву считается русский ученый Сергей Николаевич Виноградский. А его последователи, русские и советские ученые, вписали в историю молодой науки новые замечательные страницы.

Глава шестая
Новые трофеи

Домик со сфинксами

В Москве, на улице, что выходит прямо к главному входу в зоопарк, есть странное здание. Красивый фасад особняка обращен к дощатому забору, к сгрудившимся в маленьком дворике хозяйственным постройкам. Тесно и неуютно здесь двум древним египетским сфинксам, застывшим в загадочных позах у роскошного парадного входа.

«Чья-то капризная фантазия скрыла фасад этого здания от взоров прохожих», — так, наверное, подумает всякий, кто побывает здесь. Но дело вовсе не в прихоти строителя, а в истории старой Москвы, где архитектурный облик города зависел от корыстных интересов купцов-толстосумов, управлявших городским хозяйством.

Было время, когда особняк стоял в тенистом парке, а сфинксы у его подъезда видели свое отражение в зеркальных водах большого пруда.

Потом парк разбили на участки и стали сдавать в аренду

застройщикам. Топоры домовладельцев застучали по вековым деревьям. Затея эта оказалась выгодной, и хозяева города жалели только, что пруд занимает слишком много места.

Но выход из положения все же нашли. Большую часть пруда засыпали. Все, что от него осталось, можно видеть теперь на территории зоопарка.

Так особняк со сфинксами затерялся среди больших доходных домов и маленьких деревянных домиков дореволюционной Москвы. Но он по-прежнему оставался дорог сердцу всех, кто ценит историю отечественной науки.

В 1894 году в этом здании разместилось первое в России научное учреждение, поставившее своей целью изучать почвенные микроорганизмы, заставить их лучше служить человеку. Бережно хранимые архивные материалы свидетельствуют не только о первых шагах молодой науки, но и о тех необычайно трудных условиях, в которых приходилось работать в прошлом русским ученым.

Среди руководителей станции были прогрессивные ученые, общественные деятели, активные участники революционного движения. Профессор С. А. Королев еще в студенческие годы дважды изгонялся из университета за участие в выступлениях против самодержавия. Пришлось ему испытать и тюремное заключение и ссылку. Профессор А. Ф. Войткевич также прошел школу революционера-подпольщика. Участник революции 1905 года, он неоднократно арестовывался царскими властями.

Вокруг московской бактериолого-агрономической станции сплотился коллектив ученых, близких к народу, к его нуждам и чаяниям. Поэтому вся деятельность станции, с самого начала, была направлена на удовлетворение практических запросов сельского хозяйства.

Работали здесь с подлинным энтузиазмом.

Однако энтузиазм энтузиазмом, а где взять средства на содержание научного учреждения? Пришлось выпрашивать подачки у богатых благотворителей, неделями простаивать в приемных царских вельмож.

Научное оборудование станции было самым примитивным.

«Больное место станции, — писал ее первый директор — С. А. Северин, — это отсутствие микроскопов; станция до самого последнего времени имела всего лишь один плохонький микроскоп. Мы вынуждены пользоваться микроскопами посторонних лиц, когда они любезно одолжают нам свои микроскопы. Вполне хороший микроскоп — это лишь сладостная мечта, теряющаяся в каком-то неопределенном будущем».

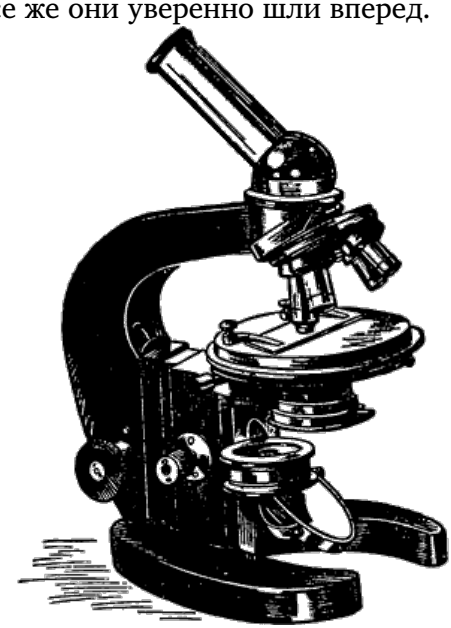
И все же, несмотря на все трудности, на станции велась

многообразная работа. Штат научных работников продолжал пополняться за счет новых энтузиастов.

Даже ночью научные сотрудники не покидали своих лабораторий. Они создали из чистых культур бактерий мышиного тифа весьма активный препарат, быстро поражающий вредных грызунов. Готовили также чистые культуры молочнокислых бактерий.

И то и другое потом продавали купцам и владельцам молочных заводов. Так общим трудом собрали средства для расширения помещений станции, для приобретения необходимого научного оборудования.

Нелегко было в прежние времена исследователям страны невидимок. И все же они уверенно шли вперед.



Современный биологический микроскоп, дающий увеличение до 2000 раз.

Именно на московской бактериолого-агрономической станции изготовили первое в России живое удобрение.

Дело это имеет свою историю.

Когда были открыты клубеньковые бактерии и выяснена их роль в накоплении азота, повсюду стали сеять бобовые травы. Для сельских хозяев это было вдвойне выгодно. Бобовые травы — клевер, экспарцет, донник, люцерна — повышали плодородие почвы и, кроме того, давали ценное питательное сено для скота.

Ученые даже подсчитали, что при благоприятных условиях бобовая трава люцерна, посеянная на площади в один гектар, накапливает в почве за год до трехсот килограммов азота.

Казалось бы, все складывалось отлично. Надо только ввести бобовые травы в севооборот, то есть высевать их периодически на каждом участке сельскохозяйственных угодий, тогда все другие растения на этих участках не будут ощущать недостатка в азоте.

Но вот беда! Оказалось, что бобовые травы хорошо растут далеко не везде и не всегда. А когда они развиваются плохо, то и азота в почве не накапливают, а только зря занимают место на полях.

Долгое время не знали, чем объяснить «капризы» бобовых. Потом установили, что и в этом случае все зависит от почвенных микроорганизмов.

Клубеньковые бактерии могут жить в почве повсюду, но азот воздуха усваивают, только поселяясь в корнях бобовых растений. Проникать в корни небобовых растений они не могут.

Кроме того, клубеньковые бактерии очень прихотливы и в выборе самого бобового растения. Бактерии, которые вызывают образование клубеньков на корнях клевера, проникнуть в корни гороха уже не могут. Наоборот, клубеньковые бактерии гороха не могут вызвать образование клубеньков на корнях клевера. И если в почве будут только клубеньковые бактерии клевера, то горох в этом случае будет нуждаться, как и другие небобовые растения, в почвенном азоте.

Но, если даже в почве есть бактерии, приспособленные к совместной жизни с данным бобовым растением, они все же не смогут выполнить свое назначение, если их мало.

Посеяли, скажем, на поле клевер. Почву хорошо удобрили, разрыхлили. Но клевер получился низкорослый, слабый, с желтоватыми листьями.

Если выкопать из земли одно из таких растений, то можно убедиться, что на корнях совсем нет или очень мало клубеньков. Значит, клевер, вместо того чтобы обогащать почву, сам испытывает азотный голод.

Правда, бобовые травы — многолетние растения, и положение постепенно поправляется. Даже единичные клубеньковые бактерии проникают в корень, размножаются там, и растение начинает развиваться за счет азота, добытого бактериями. На второй год жизни такое растение развивается уже лучше, его листва приобретает темно-зеленый цвет. А через три года, когда клевер созреет и клубеньки разрушатся, бактерии вновь возвратятся в почву, но теперь уже в значительно большем количестве. Они будут жить в почве, ожидая следующего посева клевера.

Таким образом, можно во всякой почве постепенно накопить достаточный запас клубеньковых бактерий. Но для этого

необходим длительный срок. А надо, чтобы бобовые травы уже с первого года своей жизни выполняли свою задачу — накапливали азот в почве.

Чтобы усилить работу клубеньковых бактерий, стали удобрять почву под посев бобовых трав землей, взятой с тех полей, на которых эти растения раньше росли хорошо. Вместе с землей переносили и миллиарды клубеньковых бактерий. Этот способ давал хорошие результаты, но был невыгоден. Ведь чтобы «переселить» клубеньковых бактерий на один только гектар посева, надо было перевезти четыре — пять тонн земли.

Тогда попробовали обогащать хорошей землей не участок, предназначенный для посева бобовых, а только семена растений. Несколько килограммов хорошей земли смачивали водой и перемешивали с семенами, бобовых перед посевом. Этого оказалось вполне достаточно, чтобы клубеньковые бактерии «заразили» семена растений и значительно повысили урожай.

И вот тогда возникла мысль: а что, если получать чистые культуры клубеньковых бактерий, размножать их в лабораториях, а потом рассылать на поля по мере надобности?

Иначе: нельзя ли приготовить живое бактериальное удобрение для бобовых растений?

Мысль показалась настолько заманчивой, что многие лаборатории в разных странах начали изготовлять такие удобрения, а ловкие предприниматели усиленно их рекламировали.

Однако вскоре произошло недоразумение, которое поставило под сомнение не только полезность клубеньковых бактерий, но и роль почвенных микроорганизмов вообще.

Англичане Рассел и Гетчинсон были ярыми противниками бактериальных удобрений. Они считали, что роль почвенных микроорганизмов преувеличена без всякого на то основания, а попытка удобрять почву бактериями — выдумка шарлатанов.

Чтобы доказать свою правоту, Рассел и Гетчинсон провели такой опыт. Они посадили семена в хорошую почву, которую предварительно прогрели при температуре выше семидесяти градусов. Было ясно, что в такой почве все микробы убиты и, следовательно, не смогут оказать влияние на развитие растений. Рядом исследователи посеяли для контроля семена тех же растений, на такой же точно почве, но не подвергавшейся прогреванию.

Результат опыта должен был, по мысли Рассела и Гетчинсона, посрамить приверженцев бактериальных удобрений. И, как бы удивительно это ни показалось, все случилось так, как и предполагали английские ученые. На почве с убитыми микробами

они получили даже больший урожай, чем на контрольном участке.

В результате напрашивался вывод: почвенные микробы не только не полезны, а даже вредны для растений.

Вокруг опыта Рассела и Гетчинсона разгорелся яростный спор. Именно в это время и начала свою деятельность московская бактериолого-агрономическая станция.

Здесь, как и в некоторых других странах, были поставлены точные, научно обоснованные опыты.

Бобовые травы высевали на трех опытных участках.

На первом — в обычную высокоплодородную землю. На втором — в такую же почву, но предварительно прогретую. Семена для этого участка обрабатывали еще ядами, чтобы наверняка уничтожить всех микробов. На третьем участке почву прогревали, но перед самым посевом искусственно заражали почвенными микроорганизмами.

И вот результат: на втором участке, с прогретой почвой и обеззараженными семенами, урожай был в три раза меньше, чем на первом. А на третьем участке, где прогретую почву удобрили почвенными микробами, урожай был самым высоким.

Значит ли это, что Рассел и Гетчинсон допустили ошибку? Нет, оба они были старательные исследователи и честные ученые. Ошибки в их опыте не было. Но из правильных наблюдений они сделали неверные выводы.

Ведь мы уже знаем, что в почве живут и борются за место и пищу самые различные микробы — полезные и вредные для растений. Если вредные берут верх, растения терпят нужду в пище.

Немало в почве и болезнетворных микробов, особенно грибков. Правда, с ними борются бактерии, живущие возле корней растений. Но в почве есть еще простейшие организмы — инфузории и амебы. Питаются они главным образом бактериями. Когда простейших много, они быстро истребляют бактериальное население почвы. Растения остаются без своих верных защитников, и болезнетворные грибки беспрепятственно делают свое дело.

Кроме того, в почве хранятся семена различных сорных растений, отнимающих у растений влагу и пищу. Когда прогревают почву, то действительно убивают всех микробов — и полезных и вредных. Но, уничтожая всех микробов, создают тем самым условия для быстрого размножения новых. Если в такую почву внести полезные микроорганизмы, то они будут развиваться беспрепятственно. Зародыши сорняков также погибают при прогревании, и сорняки не мешают росту

культурных растений.

Незнание всего этого и привело Рассела и Гетчинсона к ошибочному выводу. Прогревая почву, они думали, что избавляются от всех микробов, а на самом деле они только расчищали место для бурного развития полезных бактерий. Поэтому во всех случаях, когда в почве много вредных микробов и зародышей сорняков, прогревание или протравливание почвы ядами приносит пользу и может повысить урожай.

Так была восстановлена репутация почвенных микроорганизмов, а метод прогревания и протравливания почвы ядами стал, с легкой руки Рассела и Гетчинсона, одним из обычных приемов агротехники.

Однако на пути бактериальных удобрений все еще стоял один нерешенный вопрос.

Дело в том, что применение клубеньковых бактерий в виде живого удобрения не всегда давало одинаковые результаты. Иногда искусственное заражение почвы клубеньковыми бактериями так резко повышало урожай бобовых трав, что агрономы приходили в восхищение. В журналах появлялись статьи, которые на всякие лады расхваливали «живое удобрение».

В других случаях клубеньковые бактерии не оправдывали надежд и не оказывали какого-либо влияния на урожай. Это вооружало противников бактериальных удобрений. Они тоже писали статьи и на страницах тех же журналов объявляли новый метод удобрения провалившимся.

В чем же все-таки дело?

Работники московской бактериолого-агрономической станции решили найти ответ и на этот вопрос.

Они обратили внимание, что на корнях хорошо развитых бобовых растений плотные и крупные клубеньки располагаются в основном на главном корне. На корнях же плохо развитых растений клубеньки мелкие, желтые или зеленоватые, часто сморщенные и разбросаны по всей корневой системе.

Крупные и мелкие клубеньки тщательно отмывали от земли, раздавливали, а их содержимое раздельно высевали на твердую питательную среду — желе, приготовленное из отвара бобовых трав. Клубеньковые бактерии на таком желе размножались очень быстро, и ими заражали семена бобовых растений. Семена выращивали в разных условиях и на различных почвах.

Результат этих опытов неизменно свидетельствовал об одном и том же. Бактерии, полученные из крупных розовых клубеньков, образуют на корнях такие же точно клубеньки. Растения в этих случаях развиваются хорошо, получают достаточное количество азота. Наоборот, бактерии из мелких, желтых клубеньков могут

образовать на корнях только такие же мелкие клубеньки. Растения в этом случае имеют бледно-зеленый цвет, плохо развиваются и явно испытывают азотный голод.

Получалось, что клубеньковые бактерии одного и того же вида могут быть разными — активными и неактивными. Активные клубеньковые бактерии снабжают растение достаточным количеством азота, а неактивные — плохо или даже совсем не усваивают азот из воздуха. В последнем случае они, питаясь соками растения-хозяина и ничего не давая ему взамен, превращаются в паразитов.

Значит, бактериальные удобрения только тогда дают хороший результат, когда они приготовлены из активных клубеньковых бактерий.

В 1905 году на московской бактериолого-агрономической станции выделили чистую культуру активных клубеньковых бактерий клевера. Первый же опыт в полевых условиях дал очень хороший результат. Урожайность клевера, семена которого были заражены активными бактериями, повысилась на пятьдесят процентов.

С тех пор прошло немало времени. Использование клубеньковых бактерий для повышения урожайности бобовых растений уже давно вышло за пределы научных учреждений.

В Советской стране, в Москве, Ленинграде, на Украине, в Сибири, на Кавказе, — повсюду есть специальные заводы, где изготавливается «живое удобрение» из клубеньковых бактерий. Называют это удобрение нитрагином.

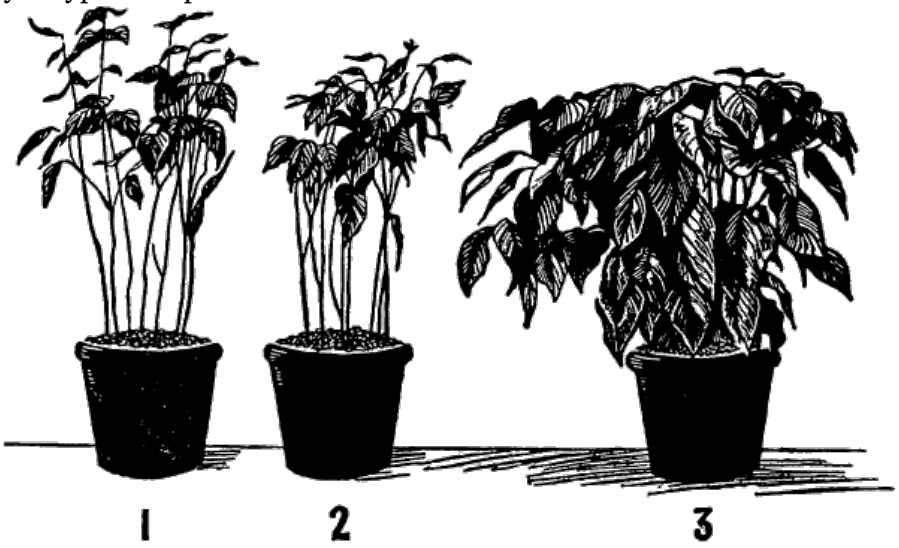
На бобовых отварах из семян гороха или фасоли размножают огромное количество активных клубеньковых бактерий.

Для приготовления нитрагина берут хорошую, богатую перегноем почву и насыпают ее в пол-литровые бутылки. Бутылки с почвой закрывают ватными пробками и хорошо прогревают. Это делается для того, чтобы убить в почве всех микробов, которые могут помешать размножению клубеньковых бактерий.

Затем в бутылки с почвой вносят по нескольку капель бобового отвара с клубеньковыми бактериями. Бутылки плотно закупоривают и выдерживают шесть — восемь суток в теплом помещении. За это время бактерии усиленно размножаются, и количество их в каждом грамме почвы достигает сотен миллионов. Теперь нитрагин готов и может храниться в прохладном помещении несколько месяцев.

Каждое бобовое растение имеет свой особый сорт клубеньковых бактерий, то есть клевер можно заражать только бактериями клевера, люцерну — бактериями для люцерны, фасоль — бактериями, взятыми из клубеньков фасоли. Поэтому

на бутылках с нитрагином всегда указывается, для какой бобовой культуры он приготовлен.



Каждое бобовое растение имеет свой особый вид клубеньковых бактерий, которые образуют обильные клубеньки и помогают питанию и росту только своего хозяина-растения. Здесь показана фасоль, выросшая: 1 — без бактерий, в стерильных условиях; 2 — при заражении чужими бактериями из клубеньков гороха; 3 — зараженная клубеньковыми бактериями, свойственными фасоли.

Одна бутылка нитрагина содержит гектарную порцию «живого удобрения». В почву его вносят вместе с семенами. В день посева содержимое бутылки с нитрагином разбалтывают в чистой воде и смачивают им семена.

Советские микробиологи не только используют замечательное свойство клубеньковых бактерий. Они стремятся заставить их работать еще лучше, продуктивней.

Оказывается, что активность — это не постоянное свойство, присущее определенным видам бактерий. Это свойство может усиливаться или ослабляться. Ведь бактерии, как и все другие живые существа, постоянно изменяются под влиянием изменяющихся условий жизни.

При неблагоприятных условиях клубеньковые бактерии теряют активность, в благоприятных условиях их активность, наоборот, повышается.

Клубеньковые бактерии живут в «содружестве» с бобовыми растениями, поэтому они лучше всего чувствуют себя тогда, когда

хорошо развивается растение-хозяин. Ведь если бобовое растение терпит нужду в свете, пище и влаге, то к корням меньше притекает питательных веществ, и от этого страдает не только само растение, но и живущие на его корнях бактерии.

Зная эту зависимость, ученые стремятся создавать для клубеньковых бактерий наилучшие условия жизни и тем самым изменяют их свойства. Точно так, как животноводы заботятся об улучшении породы своих животных, так и микробиологи заботятся о выведении наиболее активных клубеньковых бактерий.

В этом направлении для исследователей страны невидимок открыто широкое поле деятельности, почти неисчерпаемые возможности.

В дореволюционной России бактериальные удобрения применялись только отдельными богатыми помещиками. Теперь «живое удобрение» получило доступ на необозримые колхозные и совхозные поля.

Каждый год наши заводы готовят нитрагин на миллионы гектаров посевных площадей.

Каждый год миллионы бутылок с нитрагином развозятся по всей стране в вагонах-холодильниках, на пароходах-рефрижераторах, в кабинах скоростных самолетов. В каждой бутылке сто пятьдесят миллиардов живых клубеньковых бактерий. Неисчислимая армада невидимых помощников в борьбе за урожай ежегодно бросается на наши поля.

А мысль ученых-исследователей продолжает работать: надо найти методы лучшего использования клубеньковых бактерий. Этим занят и профессор Владимир Павлович Израильский. Он принадлежит к старшему поколению исследователей почвенных микроорганизмов. Еще на студенческой скамье, будучи слушателем Харьковского университета, Владимир Павлович решил посвятить свою жизнь этому увлекательному делу. За его плечами немало научных открытий в области почвенной микробиологии, болезней растений и борьбы с ними.

Теперь профессор Израильский занят новой важной проблемой. Он хочет преодолеть недостатки, которые еще имеет нитрагин. Вес бактерий ничтожен, а вес нитрагина, состоящего в основном из почвы, значителен. Это создает неудобство при перевозке. Кроме того, нитрагин сравнительно быстро портится, хранить его надо в специальных условиях. Это тоже неудобно.

«Как было бы хорошо, — подумал Владимир Павлович, — если бы удалось избавиться от почвы, найти способ сохранять клубеньковые бактерии в сухом виде».

Мысль эта была не случайна. Ведь общеизвестно, что

микробы лучше чем какие-либо другие живые существа приспосабливаются к невзгодам жизни. Многие хорошо переносят засуху. Они долгое время могут не проявлять видимых признаков жизни, находясь в состоянии скрытой жизни. И немедленно «оживают», как только попадают в благоприятные условия.

Многочисленные опыты увенчались успехом. В лаборатории профессора Израильского можно увидеть белый порошок — сухой нитрагин. Небольшая порция порошка, всего несколько граммов, легко умещается в жилетном кармане. Но ее достаточно для обработки гектарной порции семян бобовых трав. В каждом грамме порошка до тридцати пяти миллиардов активных клубеньковых бактерий.

Владимир Павлович Израильский начал свою деятельность еще на московской бактериолого-агрономической станции. Он и теперь работает в том же самом здании. Только условия работы теперь уже не те. Советское государство обеспечивает ученых всем необходимым. В их распоряжении первоклассные, оснащенные современным оборудованием лаборатории.

В домике со сфинксами, что стоит недалеко от Московского зоопарка, небольшой, сплоченный коллектив исследователей, ведущих многообразную научно-исследовательскую работу.

Здесь помещается теперь отделение единственного в своем роде научного учреждения — Всесоюзного научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии.

Об этом извещает скромная табличка, укрепленная на стене здания.

Невидимки в неволе

Южный берег Крыма. Темно-синее небо, бирюзовое море, фруктовые сады, плантации табака, виноградники… В пышной зелени субтропиков утопают белоснежные дворцы и виллы, превращенные в санатории и дома отдыха для трудящихся.

Люди старшего поколения, те, кому довелось побывать в Крыму в конце 20-х годов, могли встретить здесь двух людей — мужчину и женщину. В противоположность тем, кто приехал сюда на отдых, они не стремились к целебному морскому пляжу, а каждое утро уходили в горы.

Даже в самые жаркие дни их можно было найти на одном и том же месте — на табачной плантации. Словно какая-то

неведомая сила влекла их к небольшому участку земли, который ничем не отличался от таких же плантаций, расположенных рядом. Но люди эти были учеными и умели читать между строк в открытой книге природы, видеть то, что оставалось скрытым от других.

Сергей Павлович Костычев и его ближайшая помощница Александра Николаевна Шелоумова встретились на табачной плантации в Крыму с одной из не разгаданных еще тайн природы. Им удалось обнаружить, следы и приметы, которые могли привести к новому открытию. И, как истинные следопыты науки, они не могли допустить, чтобы следы эти были вновь потеряны.

Отец академика Костычева закладывал одновременно с Василием Васильевичем Докучаевым основы научного почвоведения. Сын пошел по стопам отца. Сергей Павлович Костычев стал крупнейшим знатоком жизни растений, почвоведом и микробиологом.

Изучая почвы Крымского полуострова, он обнаружил табачную плантацию, которая надолго привлекла его внимание.

Двадцать лет без перерыва выращивали на этой плантации табак. Двадцать лет в почву не вносили удобрений. А табак все рос и даже давал хорошие урожаи.

В чем тут дело? Как объяснить исключительное плодородие этой почвы?

Самые тщательные и многократные исследования приводили к одному и тому же выводу: почва отличается только большим числом довольно крупных бактерий, способных усваивать азот из воздуха. Под микроскопом бактерии выглядят овальными клетками, принимающими иногда форму шариков и палочек с округлыми концами. Молодые клетки способны самостоятельно передвигаться, а в зрелом возрасте одеваются плотной слизистой оболочкой.

Это был азотобактер. Открытый еще в 1901 году, он тогда не обратил на себя особенного внимания ученых. Ведь азотобактер способен накапливать за лето на каждом гектаре почвы лишь 20–30 килограммов азота, а клубеньковые бактерии за тот же период накапливают 300–400 килограммов.

Правда, азотобактер распространен гораздо шире. Его находили в почвах почти всех частей света, а также и в воде морей и океанов, в поймах рек и в иле прудов и озер. И все же сравнение с клубеньковыми бактериями было явно не в пользу азотобактера.

А теперь этот микроб предстал перед учеными в совершенно ином свете.

По мере того как Костычев и Шелоумова углублялись в

изучение азотобактера, тем все яснее открывались перед ними его удивительные особенности, его поистине увлекательная история.

Далекие предки азотобактера жили возле корней растений. Так же как и корневые бактерии, они питались отбросами, которые корни растений выделяли в почву.

Но ведь каждый вид корневых бактерий стремится захватить для себя место получше, пищи побольше. В почве идет постоянная, хотя и невидимая борьба. И азотобактер не устоял в этой борьбе. Он был обречен на исчезновение. И вот тут-то и сказались замечательные свойства этого микроба.

Более сильные, лучше приспособленные к условиям жизни корневые бактерии постепенно вытесняли азотобактер из корневой зоны. И так же постепенно, из поколения в поколение, изменялся сам азотобактер. Испытывая постоянную нужду в пище, он приобрел способность усваивать азот непосредственно из воздуха.

Неисчислимые поколения азотобактера вымирали почти без остатка, пока у него выработалось это свойство. Но оно возникло, и тогда произошло чудо. Слабый азотобактер стал богатырем. Бедный изгнанник, он вновь вернулся к корням растений, но уже как глава многоплеменной армии бактерий.

Азот, добытый из воздуха, азотобактер использует для построения собственного тела. Но при этом часть азотных соединений, образующихся в теле микроба, просачивается в почву. Этим и пользуются бактерии, сопровождающие повсюду азотобактер и составляющие его «свиту». Ведь всем им нужен азот, а сами добыть его они не могут.

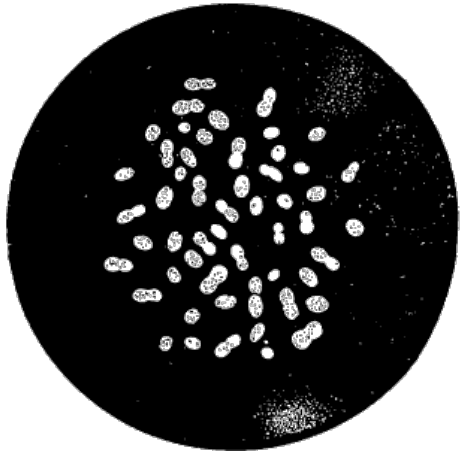
Однако, захватывая часть азота из почвы, бактерии в то же время делают большое, полезное дело. Одни перерабатывают растительные остатки и корневые выделения растений, другие превращают питательные вещества в растворимые соли, необходимые растениям. Третьи вырабатывают вещества, уничтожающие вредных и болезнетворных микробов. Четвертые разлагают отмершие клетки самого азотобактера, и тогда содержащийся в этих клетках азот полностью попадает в почву и опять-таки может быть использован растениями…

Значит, чем больше азотобактера в почве, тем лучше работают другие полезные бактерии, тем выше плодородие почвы.

В дальнейшем удалось установить еще одно свойство азотобактера. Этот микроб оказался настоящим кудесником. Он не только накапливает в почве азот, не только подкармливает этим азотом других полезных бактерий, но еще сам создает особые вещества — витамины, ускоряющие рост и развитие

растений.

Так был найден ответ на загадку, заданную табачной плантацией в Крыму, и одновременно вскрыта тайна еще одного азотоусваивающего микроба — азотобактера.



Азотобактер — микроб с резко выраженным свойством извлекать азот из воздуха (увеличение в 1000 раз).

И уже там, на табачной плантации, у Сергея Павловича Костычева родилась идея: из чистых культур активного азотобактера создать бактериальное удобрение, подобно тому как нитрагин приготовляется из активных клубеньковых бактерий.

Преждевременная смерть помешала Костычеву довести до конца практическое осуществление этой идеи. Начатое им дело завершили его ученики.

Микробиологи тщательно отбирают и проверяют наиболее активные и «работоспособные» клетки азотобактера. Потомство этих клеток выращивают на питательном студне. Азотобактер быстро размножается, поверхность студня покрывается густой слизью. Слизь эту собирают и смешивают с почвой или торфом, затем выдерживают несколько дней в теплом помещении. И удобрение готово. Теперь в каждом грамме почвенного азотобактерина содержится не менее сорока пяти — пятидесяти миллионов живых клеток азотобактера.

Пользоваться азотобактерином очень просто. Его смешивают с влажными семенами растений. Вместе с семенами азотобактер попадает в почву и оказывается в непосредственной близости от корней растений.

Однако почвенный азотобактерин нельзя долго хранить. Несколько лучше в этом отношении азотобактерин агаровый. Это питательный студень, застывший на внутренней поверхности

обычной бутылки. Азотобактер размножается на поверхности студня и так, прямо в бутылках, рассылается на места. В каждой бутылке от сорока до шестидесяти миллиардов живых клеток азотобактера. Этого достаточно для обработки одного гектара посевов.

Целая батарея таких бутылок выстроилась на столе у Леонида Мироновича Доросинского, руководителя лаборатории бактериальных удобрений во Всесоюзном институте сельскохозяйственной микробиологии.

Здесь знают азотобактер «в лицо» в прямом смысле этого слова. По внешнему облику микробных клеток, видимых под микроскопом, по виду слизи, образуемой колониями азотобактера, могут заранее предсказывать его особенности и «работоспособность».

Здесь хорошо изучили «характер» своих воспитанников — микробов и могут поведать много интересного об их свойствах и повадках, потребностях и «капризах». Именно так, ибо азотобактер — микроб капризный.

«Азотобактер, — рассказывает Леонид Миронович Доросинский, — требует свободного притока воздуха. Ведь воздух ему нужен и для дыхания и как источник азота. Поэтому микроб нормально развивается только в тщательно обработанной мелкокомковатой почве».

Азотобактер жаден до влаги. Его почти не бывает в сухих почвах. Зато в почве под овощами и другими полезными культурами он работает особенно энергично.

Не переносит азотобактер также почв кислых, бедных перегноем. В таких почвах он быстро гибнет.

Но выход есть. В почвы, мало подходящие для азотобактера, его можно вносить вместе с гранулированными органо-минеральными удобрениями. Это мелкие зерна, сделанные из смеси навоза или торфа и минеральных солей.

Для нас каждая такая гранула — лишь ничтожная крупинка, а для микробов это целый мир. Вокруг многочисленных гранул в почве создаются очажки благоприятных условий для развития азотобактера.

Азотобактер — микроб, свободно живущий в почве. Поэтому он не связан с корнями какого-либо определенного растения. Бактериальное удобрение азотобактерин можно вносить в почву при выращивании пшеницы и овса, кукурузы и проса, хлопчатника и льна, овощей и картофеля, табака и многих других растений.

Потребность в азотобактерине быстро растет. И удовлетворять эту потребность со временем стало трудно.

Азотобактер мог размножаться на заводах лишь на поверхности твердого питательного студня, там, куда свободно притекает воздух. Такой способ размножения микробов требовал огромного количества питательного студня. Дело шло медленно, а труда затрачивалось много.

Но и эту трудность преодолели. Ученые нашли способ выращивать азотобактер в питательной жидкости. Она наливается в большие котлы — реакторы — и заражается азотобактером. Одновременно жидкость продувается воздухом, подаваемым в котлы под давлением. Азотобактер при этом может размножаться не только на поверхности питательной смеси, но и во всей ее толще. И дело идет очень быстро.

Увеличение роста сои в результате применения бактериального удобрения (справа); левое растение бактериального удобрения не получало.

В реактор помещаются тысячи литров питательного раствора. Потом туда же вносят один миллион клеток азотобактера — только одну каплю бактериальной слизи. А через тридцать шесть часов в каждом кубическом сантиметре жидкости уже один

миллиард двести тысяч микробных клеток.

Сколько же их будет в тысячах литров, заполняющих реактор?

Если жидкость из реактора отфильтровать, останется густая сметаноподобная масса. Вся она состоит из живых клеток микробов.

«А что, если их высушить? — подумал Доросинский. — Ведь если клетки азотобактера способны оживать после высушивания, будет получено сухое бактериальное удобрение. Легкое, удобное для перевозки, оно сможет сохраняться неопределенно долгое время».

Однако идея, как бы она ни была плодотворна, — только цель, а не результат научного исследования.

Как поведет себя при высушивании такой влаголюбивый микроб, как азотобактер?

Стоит ли рассказывать о сотнях неудачных опытов, о том, как надежда сменялась горечью разочарования, чтобы, в свою очередь, смениться новой надеждой!

Но вот получена первая порция порошка — сухого азотобактерина. Теперь его можно увидеть не только в лаборатории. Он уже испытывается на наших полях.

Работа велась почти одновременно: в Москве — над получением сухого нитрагина из клубеньковых бактерий и в Ленинграде — над сухим азотобактерином из азотобактера. Почти одновременно были получены первые положительные результаты.

Однако исследования еще не закончены. После увлажнения далеко не все бактерии оживают. До тех пор, пока не преодолен этот недостаток, ученые не могут считать задачу решенной. Но решение не за горами. Быть может, оно придет раньше, чем эта книга увидит свет.

Здесь же, в лаборатории бактериальных удобрений, работает маленькая круглолицая женщина с добрыми глазами, с темными волосами, чуть тронутыми сединой. Это Раиса Аркадьевна Менкина, опытный охотник за микробами, заслуженный следопыт страны невидимок.

Рассказ о ее исследованиях хочется начать с коралловых островов Вест-Индии и… пингвинов, хотя сама Раиса Аркадьевна никогда не покидала родной страны, а пингвинов видела только в зоопарках.

На голых, пустынных островах у берегов Южной Америки издавна жили бесчисленные стаи морских птиц: альбатросы, казарки, пеликаны. Особенно много было пингвинов. Питались птицы морскими рыбами. Одно поколение птиц сменяло другое.

И за много веков на островах из птичьего помета образовались многометровые пласты. Помет подвергался воздействию микробов, слежался и со временем окаменел, превратился в горную породу — гуано. Когда исследовали состав этого странного камня, то нашли в нем много фосфора. Это было радостным событием.

Фосфор необходим всем живым организмам. Он входит в состав мозга, костей и крови животных и человека, в состав тканей растений. Без фосфорных солей не может существовать ни одно растение.

В прежние времена собирали кости, перемалывали их и костяной мукой удобряли почву. Это всегда давало большую прибавку в урожае.

Но много ли соберешь костей? Поэтому, когда в начале прошлого века за океаном обнаружили гуано, то сотни кораблей ежегодно отправлялись за ценным удобрением. Запасы гуано были огромны, а потребность в фосфорных удобрениях еще больше, и запасы быстро истощились. Пришлось искать новые источники фосфора.

В середине прошлого столетия русские геологи отыскали в различных районах нашей страны — под Москвой и Воронежом, на берегах Камы и Днепра, на Урале и в Казахстане — черные камни, в которых иногда попадались остатки раковин или зубы рыб. Стало ясно, что камни эти очень древнего происхождения и образовались из скелетов морских обитателей, живших в те времена, когда над этими местами плескались волны морей.

В черных камнях нашли много фосфора и поэтому назвали их фосфоритами. Камни стали перемалывать и использовать как удобрение.

А в 1930 году советские ученые открыли на далеком севере, на Кольском полуострове, в огромной горе, носящей трудное название Кукисвумчорр, несметные сокровища. Здесь лежали сотни миллионов тонн апатита — зеленовато-желтой кристаллической горной породы, богатой фосфором.

Чтобы воспользоваться этим богатством, пришлось в трудных условиях, в стране «вечной ночи», построить город — Кировск.

Добытый апатит приходится перевозить на заводы в Москву, Ленинград, Куйбышев, Одессу или подвергать сложной переработке на месте. Только после этого его можно использовать в качестве удобрения.

Как видите, добывать фосфорные удобрения нелегко и стоят они дорого.

Между тем в почве почти всегда скрыты значительные запасы фосфора. Но бóльшая часть этого фосфора находится в составе

сложных органических соединений, нерастворимых в воде и недоступных для растений.

Гора у озера Вудьявр в Хибинах содержит миллиарды тонн апатитовой руды.

Может ли быть положение более досадное! Фосфор находится здесь же, рядом, а его приходится везти за тысячи километров, из-за Полярного круга.

Нельзя ли исправить и эту «ошибку» природы?

Над этой проблемой часто задумывался академик Сергей Павлович Костычев.

«Микробное население почвы велико и многообразно, — говорил он. — Микробы перерабатывают в почве соединения азота, серы, железа, кальция и многих других веществ. Не может быть, чтобы они не делали того же и с фосфором».

Бывает так: на одном участке растения растут хорошо, на другом — испытывают острый фосфорный голод. Если же исследовать состав почвы, то окажется, что содержание фосфора на обоих участках примерно одинаково.

«Не следует ли предположить, — заключили ученые, — что в первом случае в почве работали бактерии, специализировавшиеся на переработке соединений фосфора? А если так, то следует найти этих бактерий. Тогда мы сможем управлять фосфорным питанием растений».

Эта задача увлекла Раису Аркадьевну Менкину, которая тогда была еще совсем молодым, начинающим ученым.

Так определился ее путь в науке.

Задача была не из легких. Как отыскать следы еще неизвестных невидимок среди миллионов других микроскопических обитателей почвы?

Опыт прежних исследователей подсказал, с чего следует начинать. Микробы, как и растения, нуждаются в растворимых фосфорных солях. А если есть микроорганизмы, которые могут сами готовить для себя фосфорное питание, то они должны развиваться там, где таких солей нет.

И Раиса Аркадьевна нашла таких микробов.

Они оказались сравнительно крупными палочковидными бактериями, дающими споры.

Вновь открытые микроорганизмы Менкина назвала фосфоробактериями.

Но это было только начало.

Действительно ли это те самые бактерии, которые готовят фосфорное питание для растений в почве? На этот вопрос мог дать ответ только строгий научный опыт.

И вот в прокаленный песок добавляют все питательные вещества, необходимые растениям, кроме растворимого фосфора. В сосуды с таким песком высаживают растения, а в некоторые добавляют воду и фосфоробактерий. Затем с трепетом ждут результатов. Не зря ли потрачены годы напряженного труда?

И вот результат: в сосудах, где в песке были фосфоробактерии, растения развились прекрасно, а остальные остались слабыми, чахлыми.

Казалось бы, можно было праздновать полную победу.

Однако истинный ученый не может удовлетвориться только лабораторными исследованиями. Окончательное слово всегда остается за опытом в естественных условиях.

Раиса Аркадьевна проводит такой опыт, повторяет его многократно в различных условиях. И фосфоробактерии всюду оправдывают возложенные на них надежды.

Теперь — это было в 1944 году — настало время приготовить новое бактериальное удобрение: фосфоробактерин.

Вначале оно представляло собой мутную жидкость, содержащую большое число фосфорных бактерий. Жидкость

хранили в пол-литровых бутылках.

Потом удобрение усовершенствовали. Путь к этому «подсказали» сами фосфоробактерии. Ведь они образуют споры. Значит, из них легко можно приготовить удобрение в виде сухого порошка.

Фосфоробактерин приготовляют теперь на заводах в огромных котлах-реакторах. Питательная жидкость в котлах продувается воздухом. Бактерии быстро размножаются. Но их не торопятся извлечь из реактора. Надо, чтобы они состарились и выбросили споры. Только тогда, отделив жидкость, получают густую пасту, которая состоит из бесчисленного количества спор фосфоробактерий.

После высушивания паста превращается в светло-желтый порошок. В каждом грамме такого порошка до ста миллиардов спор. И каждая даст жизнь новой бактерии.

На один гектар почвы достаточно пятидесяти миллиардов фосфоробактерий. Значит, если пользоваться порошком из одних только спор, пришлось бы возиться с очень мелкими, аптечными дозами удобрения. А это неудобно. Поэтому споры смешивают с порошком из сухой глины — каолина. Так получается белый с желтоватым оттенком порошок — сухой фосфоробактерин, который теперь можно встретить в различных районах нашей страны. Особенно хорошие результаты дает он на черноземных почвах, как старопахотных, так и на новых — целинных.

Клубеньковые бактерии, азотобактер и фосфоробактерин — это только первые шаги в увлекательном деле овладения тайнами «незримых земледельцев». Ведь растения нуждаются не только в растворимых соединениях азота и фосфора. Необходимы им еще многие другие вещества.

Вот, например, калий.

Белые, голубые, желтые, красные, горькие на вкус соли калия называют иногда «камнем урожая». И неспроста. Без калийных солей растения чахнут, плохо переносят засуху и холод, не могут сопротивляться микробам, вызывающим заразные болезни. Подкормка калийными солями во много раз увеличивает урожай.

Но где взять эти соли?

Их нашли на севере, в Соликамске, там, где уже много сотен лет добывают поваренную соль.

В этих местах пятьсот миллионов лет назад лежали большие соленые озера — остатки мелководных заливов древнего моря. Солнце и ветер делали свое дело: озера высыхали, а соли скапливались на дне озер.

Когда калийные соли обнаружили в Соликамске, туда отправилась целая армия рабочих. В пустынной местности вырос

новый город. В земле проложили глубокие шахты и коридоры, в которых добывают «камень урожая». На поверхности земли построили большие заводы, где этот камень превращают в калийное удобрение. Сотни поездов развозят его по всей стране.

Стоят калийные удобрения дорого, еще дороже, чем фосфорные. А между тем калий лежит у нас буквально под ногами. Когда ученые исследовали почву, они были поражены. Оказалось, что в слое почвы на площади в один гектар и толщиной в один метр заключено до трехсот пятидесяти тонн калия. Этого количества хватило бы для питания растений в течение нескольких тысяч лет.

Почему же растения часто испытывают недостаток в калии?

Дело, оказывается, в том, что почвенный калий входит в состав очень сложных солей — силикатов, из которых растения извлекать его не могут.

Но как тогда объяснить, что даже дикие растения, которым никто не дает калиевых удобрений, всегда имеют в своем составе калий? Откуда они его берут?

«Видимо, — решили ученые, — есть в почве и такие микроорганизмы, которые готовят для растений калийную пищу. Там, где таких микробов много, растения не испытывают недостатка в калии, растут лучше».

И вот вскоре из Одессы пришло сообщение, что советский ученый Василий Герасимович Александров отыскал в почве бактерии, которые способны разрушать силикаты и освобождать содержащийся в них калий.

В соответствии с их «профессией» бактерий назвали силикатными. Это палочки с закругленными концами, одетые в слизистый чехол.

Все чаще приходят к нам вести об удивительных открытиях искусных следопытов страны невидимок, объединенных в отряде сельскохозяйственных микробиологов. Все быстрее развиваются наши знания о почве и жизни существ, ее населяющих.

В лабораториях Всесоюзного научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии сотни чашечек Петри, бутылок и пробирок с клубеньковыми бактериями, азотобактером, с фосфорными и силикатными бактериями.

Это микробы в неволе. За ними внимательно наблюдают, они проходят одно испытание за другим. Их даже «воспитывают», приучая к «работе» в определенных условиях. Потом лучших, наиболее жизнеспособных размножают и отправляют на заводы, где они дают начало миллиардам себе подобных.

И вот бутылки с азотобактером и нитрагином, пакеты с фосфоробактерином и силикатными бактериями уже совершают

путешествие в вагонах поездов, в трюмах пароходов, на борту самолетов.

Приходит время, когда микробы снова получают свободу. Невидимой, но могучей армией вступают они в почву, чтобы помочь нам в борьбе за высокие урожаи.

АМБ

Окна Института сельскохозяйственной микробиологии смотрят на одну из красивейших площадей Ленинграда. Сзади и чуть справа видна громада Исаакиевского собора, а дальше высоко в небо поднимается золотая игла Адмиралтейства.

Непрерывный поток пешеходов устремляется ежедневно по широким тротуарам площади, огибает здание института и вновь исчезает в каменных руслах улиц и переулков.

Тысячи людей проходят мимо этого дома со стенами из красноватого камня, с высокими сводчатыми окнами, но лишь немногие знают, что именно здесь формируются многомиллиардные армии невидимок, работающих на необозримых наших полях, огородах, плантациях.

Есть в институте своеобразный музей. Все экспонаты в нем живые. Такой музей можно назвать также зверинцем или, еще лучше, ботаническим садом, потому что существа, в нем обитающие, походят больше на растения, чем на животных.

Есть у них и еще одна особенность: они невидимки. Это крупнейшая коллекция живых почвенных микробов. Более тысячи видов различных микроорганизмов постоянно живут в стенах института.

Колонии невидимок выращивают на лучших питательных студнях, своевременно пересеивают. Надо, чтобы они всегда чувствовали себя хорошо, были жизнеспособны, сохраняли активность. Это позволяет ученым в любое время иметь под рукой чистые культуры различных обитателей почвы. Можно, кроме того, исследовать не только свойства отдельных микробов, но и их взаимоотношения между собой.

Такая возможность имеет особенно важное значение, так как помогает проникнуть в сложную жизнь почвы.

Ведь почва в значительной части состоит из живых организмов, и не столько химические, сколько биологические явления отражаются на ее свойствах. С другой стороны, можно взять любое количество и каких угодно микробов, но без

минеральных частиц они никогда не создадут ничего похожего на почву.

Мертвая, минеральная часть почвы находится в постоянном взаимодействии с ее живой, микробиологической частью. А обе вместе они взаимодействуют еще с произрастающими на почве высшими растениями.

И как нельзя понять жизнь человеческого тела в целом, изучая только желудок или сердце, только мозг или кровь, так нельзя понять жизнь почвы, изучая лишь отдельные ее части.

«Изучать почву, — говорил Сергей Павлович Костычев, — следует как некий сложный организм, учитывая условия питания и борьбы микроорганизмов».

Почвы имеют разный химический состав и строение. А отдельные виды микробов предъявляют различные требования к условиям жизни. Для одних микробов более подходят одни почвы, для иных — другие. Поэтому, изучив состав разных почв и их «население», можно было бы в дальнейшем по одному из этих признаков определять и другой. Можно было бы точно сказать, какие вещества надо внести в почву, чтобы изменить ее состав, создать условия для развития полезных микробов. Ведь чем больше в почве полезных микроорганизмов, тем выше ее плодородие.

А раз так, нельзя ли, подсчитав количество микробов в тех или иных почвах, предсказывать, какой урожай можно получать на этих почвах?

Перед почвенной микробиологией открывались заманчивые перспективы.

Но тут-то и встретилось затруднение, которого никто не ожидал. Казалось, все было предусмотрено. Теория создавалась на основе всего предшествующего опыта изучения почвы. Оставалось только найти этой теории подтверждение в самой почве. И, хотя никто не сомневался, что такое подтверждение будет найдено, его не оказалось.

Были обнаружены почвы, в которых число микроорганизмов превышало все известные цифры, но их плодородие было ниже почв с более бедным населением. Видимо, между урожайностью и общим количеством микробов в почве не всегда существует прямая зависимость.

Значит, для того чтобы предсказать плодородие почвы, недостаточно произвести простой подсчет микробов. Надо еще знать, какую роль играют отдельные виды микроорганизмов, каковы их взаимоотношения между собой.

Эта задача, поставленная в свое время академиком С. П. Костычевым, также была решена его учениками и

последователями. К ним принадлежит и Николай Михайлович Лазарев.

Немало интересных историй может поведать этот человек, долгие годы путешествующий в стране невидимок.

«В почве, — говорит он, — идет постоянная борьба за место, за пищу. И многие думают, что это борьба всех против всех. Между тем это не так».

Что такое один отдельно взятый микроб? Только ничтожная, не различимая невооруженным глазом точка в пространстве. Даже самый опасный микроб в одиночестве беспомощен и безвреден. Сила микроорганизмов — в их многочисленности. Только собравшись в многомиллионную армию, микробы приобретают большую силу. Взаимопомощь позволяет им постоять за себя, отвоевать себе место в почве и отстоять его от микробов других видов.

Но и разные виды микроорганизмов не всегда враждуют между собой. Ярким примером этого является азотобактер и сопровождающие его микробы.

Азотобактер усваивает азот из воздуха и подкармливает им своих спутников. А те в свою очередь разлагают в почве органические вещества и пополняют рацион азотобактера. А все вместе они охраняют занятую ими зону от проникновения посторонних микроорганизмов. Для этого микробы выделяют особые химические вещества, которые безвредны для членов данной группы, но задерживают развитие или даже убивают посторонних.

Микробы, обитающие в почве вместе с азотобактером, представляют собой сообщество, сложившееся в течение многих тысячелетий. Это также пример взаимопомощи в природе. Объединившись в сообщество, микробы становятся еще сильнее и могут проделать огромную работу.

Пример с азотобактером не исключение, а скорее правило. Вся микробиологическая жизнь почвы есть не что иное, как последовательная смена подобных сообществ.

Попадают, например, в почву растительные остатки: листья, стебли, корни отмерших растений. На них тотчас набрасывается масса разных микробов. Но они не мешают друг другу. Каждый вид микробов занят своим делом: одни перерабатывают прочные оболочки растительной ткани, другие — внутренние части растений, и т. д.

В данном случае все микроорганизмы получают свою долю в общем пиршестве. Поэтому у них нет причины враждовать — они члены единого сообщества. Совместно они создают вокруг растительных остатков зону химической защиты, куда не могут

проникнуть посторонние виды.

Но вот дело сделано. Растительные остатки разложились, на их месте осталось только немного перегноя, склеивающего частицы почвы. Условия в почве на этом участке резко меняются, и так же резко изменяется состав почвенного населения. Для микробов, разлагавших растительные остатки, больше нет пищи, и они уступают место другим.

На первый план теперь выходит новое сообщество микробов, специализировавшихся на разложении перегноя. В результате перегной распадается до простых минеральных соединений, пригодных для питания растений.

Это было крупным научным открытием. Оно помогло понять явления, происходящие в почве, позволило сделать ценные выводы для практики.

Микробы, превращающие растительные остатки в перегной, живут в одних условиях, а те, что разлагают перегной, — в других. Так, например, микробы первого сообщества работают без доступа воздуха, а вторые, наоборот, нуждаются в постоянном его притоке.

Поэтому может случиться так, что микробы разложат все растительные остатки, накопят много перегноя и исчезнут, а микробы второго сообщества не придут им на смену. Тогда питательные вещества в почве будут лежать мертвым капиталом. Растения на такой почве будут голодать.

Правда, рыхление почвы создает условия, благоприятные для развития микроорганизмов второй группы. И все же это не всегда дает желаемые результаты.

На севере и в средней нечерноземной полосе нашей страны весна поздняя. Еще позднее весеннее тепло проникает в почву. А в холодной почве развитие микробов, подготавливающих пищу для растений, подавлено. Между тем именно весной растения больше всего нуждаются в обилии питательных веществ.

Когда Николай Михайлович Лазарев задумался над этой проблемой, он рассуждал примерно так:

«Раз поздняя весна задерживает развитие полезных микробов, надо найти способ внести в почву уже размножившиеся микроорганизмы и делать это возможно раньше. Но ведь микроорганизмы действуют в почве сообществами. В этом их сила. Значит, и обогащать почву надо не отдельными видами, а сразу целым сообществом микробов».

Иначе: надо создать новое бактериальное удобрение. В его состав должны входить все микробы, которые перерабатывают перегной и разлагают его на минеральные вещества.

Работа над созданием нового, живого удобрения велась в

тяжелые годы Великой Отечественной войны.

Первые положительные результаты были получены уже в 1942 году. А к 1950 году удобрение прошло тщательную и придирчивую проверку на полях страны и получило права гражданства.

Сообщество микробов, которые превращают органические остатки в перегной, Лазарев называл группой «А». Микробов, перерабатывающих перегной, — группой «Б».

Из начальных букв — аутохтонные, то есть почвенные, микроорганизмы группы «Б» — получилось название нового удобрения: АМБ.

Николай Михайлович может показать чашечку Петри. Ее дно раньше было покрыто ровным слоем перегноя. Теперь вместо этого ровного коричневого слоя остались только странные кружева с рисунком, похожим на ячейки пчелиных сотов неправильной формы. Это следы работы микробов, подготавливающих пищу для растений. Плоская стеклянная чашечка в данном случае является как бы проявленным снимком той невидимой работы, которую совершает в почве сообщество микробов, разлагающих перегной.

Если действие нитрагина, азотобактерина и фосфоробактерина основано на жизнедеятельности одного какого-либо вида микробов, то бактериальное удобрение АМБ включает целое сообщество полезных почвенных микроорганизмов. Здесь есть микробы, образующие аммиак, накапливающие селитру, готовящие доступные растениям соединения фосфора, и некоторые другие важные микроорганизмы.

Сообщество микробов «формируется» в лабораторных условиях из наиболее активных микробов. Затем они размножаются на заводах бактериальных удобрений в торфяной массе.

В результате получается торф, населенный огромным количеством микробов группы «Б». Это так называемая маточная культура. Она рассылается на места, где из нее и готовится удобрение АМБ.

Для приготовления удобрения берут хорошо разложившийся торф, смешивают его с известью и на каждую тонну торфа добавляют один килограмм маточной культуры АМБ.

Для того чтобы микроорганизмы хорошо размножались во всей массе торфа, его выдерживают двадцать дней в теплом помещении при температуре в 20–30 градусов выше нуля.

Это хорошо делать в теплицах. Удобрение можно хранить под стеллажами теплиц и с наступлением теплых дней вносить под

посевы.

Но как быть там, где нет теплиц? Николай Михайлович Лазарев нашел любопытный выход из положения.

Он предложил выдерживать удобрение в парниках. Известно, что парники набивают навозом. Он медленно перепревает, выделяет тепло, согревающее парники. Поверх навоза насыпают слой огородной земли, в которой выращивают рассаду. И вот, если в парники вместо слоя земли насыпать удобрение АМБ, то рассада получится даже лучше обычной, так как растение хорошо развивается на торфе. А тем временем удобрение, подогреваемое навозом, пролежит нужное время в тепле.

Микробы сообщества «Б» вносятся в почву возможно раньше. В это время в почве, которая всю весну была холодной, переполненной влагой, жизнь очень бедна. Место в почве еще свободно.

И удобрение АМБ играет роль своего рода десанта микробов, которые завоевывают себе место в почве в сроки, установленные человеком.

Бактериальные удобрения — это новые трофеи смелых следопытов в стране невидимок.

Не следует только забывать, что бактериальные удобрения — не чудо. Поэтому они не могут освободить человека от труда по уходу за почвой. Микробы хорошие работники. Но им надо дать материал для работы.

Ведь для того чтобы приготовить обед, мало одного повара, надо еще иметь продукты, и, наоборот, сырые продукты не превратятся в пищу до тех пор, пока к ним не приложит рук повар.

Так и микробы. Чтобы они выполнили свою роль в почве, для них надо создать соответствующие условия, обеспечить пищей. Значит, только тогда, когда почва хорошо обрабатывается и удобряется, бактериальные удобрения дадут наилучший результат.

Настанет, быть может, время, когда ученые выведут новые виды микроорганизмов, которые возьмут часть этого труда на себя.

Но и теперь создание бактериальных удобрений не может не радовать нас.

Это реальные результаты поисков советских исследователей почвы, изучающих мир невидимых простым глазом существ не ради уничтожения людей, а ради создания изобилия.

Глава седьмая
Невидимки работают

Верные спутники

Это случилось очень давно, быть может три — четыре тысячи лет назад.

Египетская женщина готовила еду для своей семьи.

В маленькой клетушке, пристроенной к стене глинобитной хижины с плоской крышей, хранятся ячменные зерна — основное достояние египетского крестьянина, его радость и надежда на будущее. С помощью ручной мельницы с двумя тяжелыми каменными жерновами можно превратить эти зерна в муку грубого помола, а потом замесить пресное тесто для ячменных лепешек. И женщина спешит с глиняным кувшином к колодцу. Внутрь колодца ведут винтообразно расположенные каменные ступеньки.

Но что это? Почему так тревожно забилось сердце, отчего вдруг ослабли привычные к работе руки?

Всем своим телом ощутила женщина, что со дна колодца уже не тянет обычной свежестью. Случилось то, чего она с тайным

страхом ожидала давно: вода иссякла, колодец высох. Грозный шему — засушливый, знойный период года — сделал свое дело.

Быть может, у соседей колодцы еще не высохли и добрые люди одолжат немного бесценной влаги? Но времени нет — вот-вот придут голодные, уставшие муж и сыновья.

И отчаяние подсказывает неожиданный выход. Вон там, у забора, в амбарчике, похожем на улей, стоит глиняный сосуд, в котором бродит молодое вино. Что, если попробовать замесить на нем тесто? Быть может, лепешки не будут слишком противны на вкус?

Раздумывать некогда, и женщина замешивает тесто на мутном виноградном соке, от которого уже тянет слабым запахом спирта. Дальше она делает все так, как делали ее деды и прадеды.

Прежде всего надо разогреть хлебную печь, которая устроена здесь же, во дворе, под навесом. Это круглое углубление из обожженной глины с приподнятыми над землей краями. Углубление накрыто сверху глиняной крышкой в форме колокола.

Какая странная, убогая печь! Но по тем временам она была последним словом печной техники.

Ученые-археологи, производя раскопки в местах стоянок доисторических людей, установили, что примерно пятнадцать тысяч лет назад, когда появились первые оседлые поселения, люди научились выращивать хлебные злаки. Собранные зерна съедали сырыми. Потом стали дробить их между двумя камнями.

Прошла, быть может, не одна тысяча лет, прежде чем кто-то попробовал поджарить зерна и нашел, что они от этого стали вкуснее. Миновали новые тысячелетия, и из дробленых зерен научились варить кашу. И только сравнительно недавно, несколько тысяч лет назад, появилось подобие хлеба — пресные лепешки. Но печей еще не было, и лепешки пекли на раскаленных камнях, а позже — между двумя плоскими глиняными досками.

А женщина древнего Египта уже имела в своем распоряжении такое сравнительно сложное сооружение, как специальную хлебную печь.

Вот она вновь берется за тесто и убеждается с удивлением, что его стало больше, оно вспучилось и издает кисловатый запах. Неужели зря истрачена драгоценная мука?

Лепешки все же раскатаны и испечены. С горькой досадой отламывает женщина кусочек, кладет его в рот и… на лице женщины крайнее изумление.

Да и как не изумиться такому чуду? Ведь прежде даже самая лучшая пресная лепешка из ячменя была безвкусна, тяжела и груба настолько, что застревала в горле, а лепешка, замешенная

на забродившем виноградном соке, оказалась легкой, пористой, приятного вкуса и аромата.

Остались довольны лепешками вернувшиеся с работы мужчины. Попробовали лепешки соседи и тоже одобрили. Теперь уже все хозяйки в селении стали замешивать муку на забродившем виноградном соке. Потом заметили, что тесто поднимается еще лучше, если пользоваться не виноградным соком, а осадком, взятым со дна бродильного сосуда.

Ничего еще не зная о существовании микробов, люди стали ими пользоваться для получения хорошего хлеба.

Быть может, рассказанная выше история произошла не совсем так, но это и неважно. Ведь нечто подобное могло случиться не один раз и в различных местностях. Важно другое: новый способ приготовления хлеба на дрожжах стал важным событием в истории человечества, так как дал незаменимый продукт питания.

Ныне любая домашняя хозяйка знает, что для приготовления хлеба нужно замесить муку, прибавить в нее дрожжи и подождать, пока тесто увеличится в объеме, или, как обычно говорят, «подымется». Казалось бы, все очень просто. А между тем превращение муки в тесто — это ряд очень сложных химических преобразований, которые совершаются при содействии различных микробов.

Мука сама по себе содержит немало микробов. Так, например, в каждом грамме ржаной муки ученые обнаружили более тридцати тысяч микробов. Среди них есть и бактерии, вырабатывающие молочную кислоту. Как только муку смочат водой, молочнокислые бактерии начинают свою работу. Они поглощают сахар, содержащийся в муке, разлагают его, накапливают в тесте молочную кислоту.

Однако полакомиться сахаром любят далеко не одни только молочнокислые бактерии. Тесто — прекрасная пища для множества микробов, которые носятся в воздухе вместе с мучной пылью. С того самого момента, как тесто замешено, в нем разгорается борьба невидимок за место и пищу. И от того, какие микробы возьмут верх — полезные или вредные, — зависит качество хлеба.

Хороший, пористый, вкусный хлеб получается благодаря жизнедеятельности молочнокислых бактерий и дрожжевых грибков. Значит, надо помочь их развитию в тесте. К этому, собственно, и сводится искусство хлебопечения.

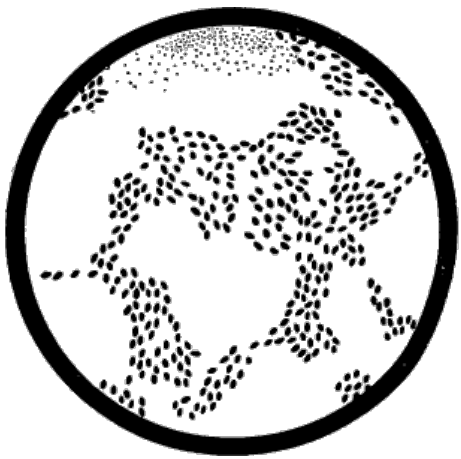
Молочнокислые бактерии есть в муке. Дрожжевые клетки могут попасть в тесто из воздуха. Но, пока они успеют размножиться, место будет занято: в тесте разовьются микробы,

вызывающие гниение. Поэтому при замешивании теста в него сразу же вносят свежие дрожжевые грибки: ведь в большом числе им уже легче отвоевывать себе место. Помогают в этом и верные союзники дрожжей — молочнокислые бактерии.

Тесто держат в тепле. Это содействует развитию микробов-друзей. В теплоте они быстро размножаются и помогают друг другу.

Дрожжевые клетки превращают крахмал в сахар, который поддерживает существование молочнокислых бактерий.

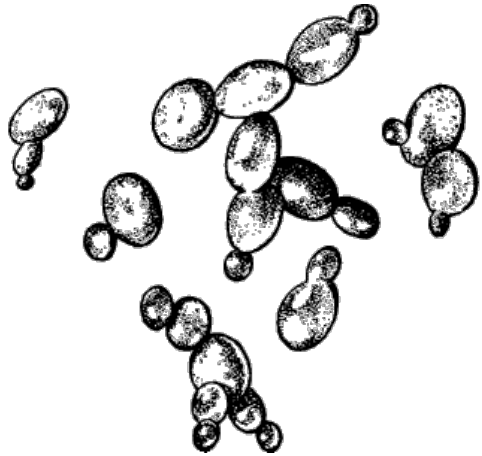
Молочнокислые бактерии выделяют кислоту, убивающую гнилостных бактерий и других микробов-вредителей. А на дрожжи молочная кислота не действует. Дрожжи сами потребляют в пищу часть молочной кислоты. И это очень важно для молочнокислых бактерий, так как они выделяют кислоту непрерывно. Если бы не дрожжи, то очень быстро наступил бы момент, когда молочнокислые бактерии сами погибли бы в выделенной ими кислоте.



Бактерии молочнокислого брожения (увеличение в 1000 раз).

Дрожжи вырабатывают еще витамины, которые необходимы бактериям. А сами дрожжи под защитой молочнокислых бактерий бурно размножаются и быстро разлагают весь оставшийся в тесте сахар на спирт и углекислый газ.

Тесто постепенно приобретает кисловатый вкус, а в его толще скапливается пузырьками углекислота. Пузырьки газа «поднимают» тесто, оно становится пористым. Когда тесто помещают в жаркую печь, то содержащийся в тесте спирт также переводится в газообразное состояние. Это еще больше увеличивает пористость испеченного хлеба.



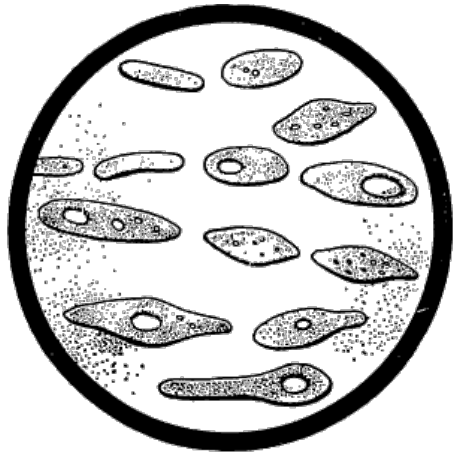
Дрожжевые грибки, применяемые в хлебопечении и пивоварении; разлагают сахар на спирт и углекислоту (увеличение в 1000 раз).

Несколько по-иному происходит брожение в тесте из ржаной муки. Но и здесь оно возможно лишь благодаря жизнедеятельности бактерий и грибков. Таким образом, хлеб, который мы едим ежедневно, не может быть выпечен без помощи обитателей страны невидимок.

Совместная работа молочнокислых бактерий и дрожжевых грибков в толще хлебного теста — один из примеров взаимопомощи в мире микробов. Молочнокислые бактерии и дрожжевые грибки выступают здесь как сообщество микробов, в котором главную роль играют грибки, а подсобную — бактерии. А бывает и так, что они меняются ролями. Есть огромная область, где молочнокислые бактерии господствуют почти безраздельно.

Рассказ об их замечательных делах можно начать с… квашеной капусты.

Чтобы заквасить капусту, ее измельчают и укладывают в бочку как можно плотнее. При этом добавляют немного соли и обычно думают, что именно соль предохраняет капусту от порчи. На самом деле соль нужна для того, чтобы ускорить выделение из капусты сока, содержащего сахар. Сок выделяется и вскоре начинает бродить, так как в нем размножаются молочнокислые бактерии.



Бактерии молочнокислого брожения (сильно увеличено).

Но как могут они жить в капустном соке?

Дело в том, что существует две группы молочнокислых бактерий. Одни живут в молоке и сбраживают молочный сахар, другие поселяются на поверхности растений и сбраживают сахар растительных соков. Каждая группа, в свою очередь, делится на бактерий, обладающих различными свойствами.

Есть молочнокислые бактерии, сбраживающие лишь молочный сахар или живущие только в хлебном квасе. Есть особые молочнокислые бактерии кислых огурцов, а есть и такие, что специально приспособились к жизни в капустном соке.

Но результат работы всех этих бактерий одинаков: в молоке, в квасе, в огуречном и капустном рассоле они образуют молочную кислоту.

В капустном соке много сахара. Перерабатывая этот сахар в молочную кислоту, молочнокислые бактерии препятствуют развитию гнилостных микробов. Молочная кислота постепенно накапливается в заквашенной капусте, и она приобретает особенный вкус и аромат.

А когда кислоты накопится очень много, то прекращается также и развитие самих молочнокислых бактерий. Но теперь в кислой капусте уже никакие бактерии не будут размножаться. Опасность представляют только плесневые грибки, которые не боятся кислоты. Но грибам нужен воздух, а заквашенная капуста лежит плотным слоем, под грузом. Поэтому плесень может появиться только на самой поверхности заквашенной массы.

Подобным же образом сохраняются свежие корма для животных. Ведь квашеная капуста — это то же самое, что в сельском хозяйстве известно под названием силоса. Только для

силоса чаще пользуются не капустными листьями, а другими растениями, содержащими сахар: подсолнечником, кукурузой, ботвой сахарной свеклы. И заквашивают силос не в бочках, а в громадных башнях или специальных траншеях и ямах.

Силос — это театр военных действий самых разнообразных микроорганизмов. В каждой силосной башне постоянно кипит, бьет ключом скрытая жизнь.

На поверхности растений всегда много микробов. Все они попадают в силос. В результате в каждом грамме силосной массы десятки миллионов разных бактерий, а молочнокислых среди них только единицы. Чтобы полчища вредных микроорганизмов были побеждены единичными бактериями молочнокислого брожения, надо создать для последних особо благоприятные условия. Это достигается правильной укладкой силоса.

Если силос плохо утрамбован, он испортится, так как при доступе воздуха размножатся гнилостные бактерии и плесневые грибки. В слишком плотно уложенном силосе разовьются бактерии, превращающие сахар в масляную кислоту, которая также портит силос, придает ему прогорклый вкус. Зато в правильно уложенном силосе, особенно когда в нем много сахаристых веществ, создаются необходимые условия для быстрого размножения молочнокислых бактерий. Уже через три — четыре дня они по численности обгоняют всех остальных микробов вместе взятых.

Чтобы помочь молочнокислым бактериям, в силос добавляют специальные закваски. Приготовляются закваски из активных молочнокислых бактерий, выделенных и размноженных микробиологами в лабораторных условиях.

Но вот силос готов. Слой за слоем его вынимают из башни и дают в корм сельскохозяйственным животным, главным образом молочному скоту. Животные поедают силос охотно. Он вкусен, сочен, питателен, в нем много витаминов.

Казалось бы, на этом роль молочнокислых бактерий окончена. Но это не так. Приготовив прекрасный корм для животных, бактерии в дальнейшем помогают усвоению корма.

В кишечнике животных обитает много различных микроорганизмов. Они содействуют пищеварению — разлагают наиболее грубые части растительных тканей. Однако в кишечнике животных наряду с полезными есть еще гнилостные и другие вредные микробы. Они выделяют яды, которые попадают в кровь и постепенно отравляют организм. Вот тут-то и вступают в дело молочнокислые бактерии. Развиваясь в кишечнике животных, они выделяют молочную кислоту и тем самым задерживают развитие вредных микробов. В результате животные меньше болеют,

быстрее растут, лучше усваивают корм, дают больше молока.

Первые струйки молока готовы уже брызнуть из набухшего вымени коровы, а молочнокислые бактерии тут как тут. Одни притаились на поверхности вымени, на шерсти животного, другие носятся на пылинках в воздухе скотного двора.

Молоко — лакомая пища для многих бактерий. А там, где обитают животные, их всегда очень много. Поэтому оградить молоко от проникновения в него микробов практически невозможно.

Молоко считается чистым, если в каждом кубическом сантиметре сразу же после дойки находится менее тысячи микроорганизмов. Обычно их бывает больше. Через три часа после дойки в молоке находят более двухсот тысяч бактерий на каждый кубический сантиметр, а через четыре часа — уже до шестидесяти миллионов.

Предотвратить бурное размножение микробов в молоке можно только одним способом — пастеризацией. Так и делают, когда хотят сохранить молоко в свежем виде. Но в те времена, когда способа пастеризации еще не знали, микробы в молоке размножались беспрепятственно. И все же люди сохраняли молочные продукты длительное время. В этом им помогали молочнокислые бактерии. Ведь дело не в том, много или мало микробов в молоке, а в том, какие там микробы — полезные или вредные.

В благоприятных условиях одна молочнокислая бактерия за сорок восемь часов может дать поколение в 500 000 000 000 себе подобных. В молоке быстро накапливается молочная кислота, которая препятствует развитию вредных микробов. А белковая часть молока под действием кислоты свертывается и выпадает в виде сгустка. Получается всем известная простокваша, а сверху отстаивается слой молочного жира в виде сметаны.

Кисломолочные продукты — один из величайших даров природы. Человечество пользуется ими с древнейших времен, наверное, намного раньше, чем хлебом. Для многих кочевых народов молочные продукты составляют основу питания. Можно сказать, что молочнокислые бактерии буквально спасли эти народы от голодной смерти.

Кефир на Кавказе, мацун и мацони в Закавказье, катык у калмыков, донское кислое молоко, арык бурятов, кумыс у татар и киргизов, ягурт у болгар, айран у казахов — все это плоды работы молочнокислых бактерий.

Родина кефира — горные местности Кавказа. Для приготовления кефира молоко заквашивают так называемыми кефирными зернами. Они состоят из молочнокислых микробов и

особых кефирных дрожжей, которые образуют в этом древнем напитке спирт и углекислый газ.

Грузинская простокваша мацони и армянская мацун приготовляются из кипяченого молока буйволицы, козы или коровы. Заквашивается такая простокваша смесью молочнокислых бактерий и дрожжей.

Особым вкусом отличается кумыс — кислое молоко кобылицы. Для получения кумыса также пользуются особой закваской из молочнокислых бактерий и дрожжей. По описаниям Геродота, древнегреческого историка, способ приготовления кумыса и его целебные свойства были известны еще древним скифам.

Приготовление кумыса — напитка из кислого кобыльего молока — было известно еще древним кочевым народам.

Благотворное действие на человеческий организм кисломолочных продуктов привлекло внимание Ильи Ильича Мечникова. Посвятив последние годы своей жизни изучению причин старости, он пришел к выводу, что в преждевременной старости повинны бактерии, которые живут в кишечнике человека и своими ядовитыми выделениями постоянно отравляют организм.

Но как уничтожить этих вредоносных квартирантов?

Вот тут-то Мечников и вспомнил, что безвредные для человека молочнокислые бактерии являются злейшими врагами микробов, вызывающих гниение. Не в этом ли скрыта разгадка долголетия многих людей в странах, где кислое молоко является

одним из основных продуктов питания?

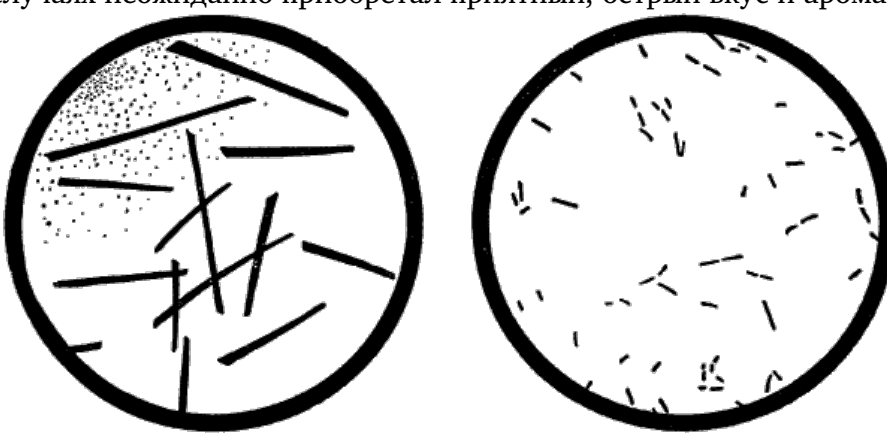
«Надо, — решил Мечников, — регулярно употреблять в пищу кислое молоко. Молочная кислота будет угнетать гнилостные микробы, парализует их вредное действие».

Наиболее подходящей для этой цели Мечников считал болгарскую простоквашу — ягурт — и сам несколько лет питался почти исключительно этим продуктом.

Позже было установлено, что болгарская палочка не приживается в кишечнике человека. Но сама идея Мечникова была плодотворной, и ее не забыли. Ученые отыскали такой вид молочнокислых бактерий, которые приспособлены к жизни в кишечнике человека и животных. Эти бактерии получили название ацидофильных. С их помощью стали готовить особую простоквашу — ацидофилин.

Но кислое молоко — это лишь первичный результат работы молочнокислых бактерий. Если простоквашу отжать, отделить от сыворотки, получится творог. Это тоже ценный продукт питания. Чтобы сохранить его, уберечь от нападения плесневых грибков, творог стали присаливать и спрессовывать. Так был получен самый примитивный и, наверное, самый древний сыр — брынза.

Тысячи лет готовили сыр кустарным способом. Делали это наугад. И, конечно, в сыр попадали не только молочнокислые, но и другие бактерии. Поэтому сыр часто портился, а в других случаях неожиданно приобретал приятный, острый вкус и аромат.



«Болгарская палочка», полученная И. Мечниковым из болгарской простокваши ягурта (слева), и ацидофильные бактерии (увеличение в 1000 раз).

Каждый такой случай запоминали и в дальнейшем старались соблюдать условия, которые однажды позволили получить сыр лучшего качества.

Было, например, замечено, что сырную массу полезно

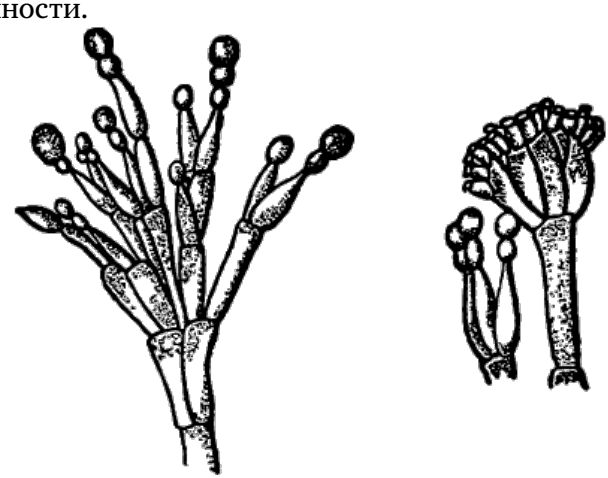
подогревать один и даже два раза. И так стали делать, хотя не понимали, почему подогревание приносит пользу. Производство сыра вообще казалось процессом загадочным, малопонятным.

Лишь четверть века назад микробиологи узнали тайну сырной головки. И все загадки сразу рассеялись. Оказалось, что в период обработки и созревания сырной массы в ней сменяют друг друга многочисленные поколения микроорганизмов. Живут они сообществами и по мере созревания сыра одно сообщество микробов уступает место другому.

Подогревание сырной массы до 59 градусов вносит в этот естественный порядок существенную поправку. Оно задерживает развитие обычных молочнокислых бактерий, но зато расчищает место для теплолюбивых бактерий — сырных палочек. Резкая смена микробного населения также резко изменяет и качество сыра. В данном случае получается сыр типа советского или швейцарского. Если же вторичное подогревание сырной массы довести только до 40 градусов, то резкой смены микробного населения не будет, и сыр получится другого вкуса и аромата — латвийский или голландский.

Всего этого не могли знать сыроделы прошлого, но практический опыт подсказывал, как надо поступать, и они хотя и ощупью, но отыскивали правильный путь.

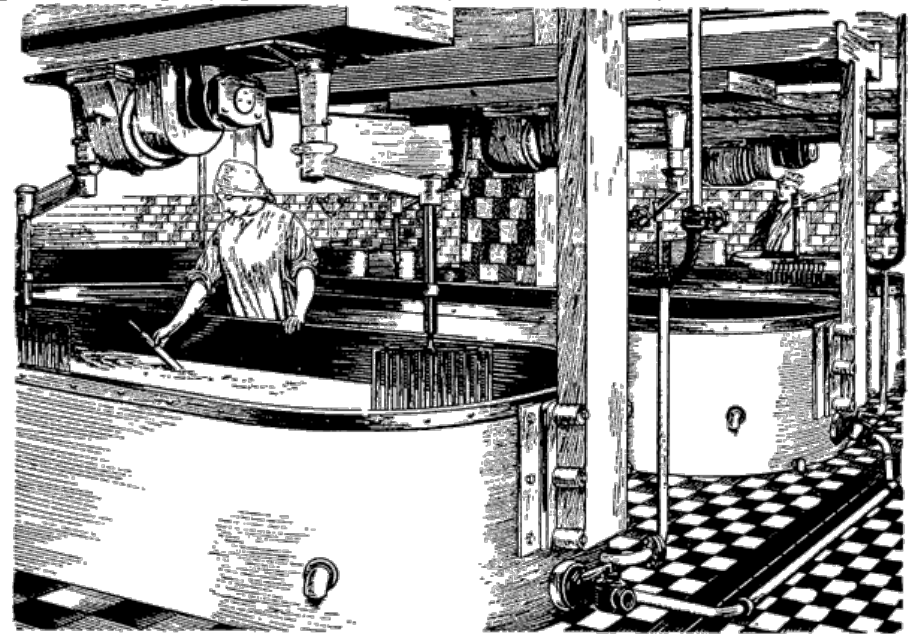
Из поколения в поколение передавались лучшие рецепты приготовления сыра. Из поколения в поколение эти рецепты совершенствовались. Люди научились из обычного молока приготовлять сыры, различные по внешнему виду, цвету, вкусу и аромату. Сыроварение превратилось в особую отрасль промышленности.



Культурные плесневые грибки, необходимые для созревания мягких сыров — камамбера (слева) и рокфора (справа).

Так из глубины веков сопровождают повсюду человека крошечные могущественные невидимые, но вездесущие молочнокислые бактерии. Они — наши верные спутники и помощники.

Проникнув в скрытые процессы, происходящие в тесте, кислом молоке, квашеных овощах и силосе, в сырной массе и при сбраживании кваса, ученые получили возможность вмешиваться в ход этих процессов. Кисломолочные продукты готовятся ныне по рецептам, предупреждающим случайности и неудачи.



Ванны для заквашивания молока и превращения его в сырную массу на сыроваренном заводе.

Микробиологи выделили и размножили чистые культуры дрожжей и различных молочнокислых бактерий. На хлебозаводах всегда есть свежие дрожжи, свободные от примеси других микроорганизмов.

Простокваша, кефир, ацидофилин, кумыс готовятся на молочных заводах с помощью заквасок из заранее отобранных и проверенных бактерий.

А на сыроваренных заводах можно найти целую коллекцию заквасок. Каждая состоит из сообщества микробов, вырабатывающих сыр определенного сорта.

Питомники микробов есть на любом заводе, где пользуются услугами невидимок.

Подобных заводов тысячи. Если мы совершим короткое путешествие лишь по некоторым из них, перед нами откроется

еще одна сторона деятельности микроорганизмов — их работа в химической промышленности.

Можно ли простые дрова превратить в сахар и спирт, из картофеля получить сок лимонов, ананасов, яблок и груш, из кукурузы — взрывчатые вещества, а из ржаной муки — искусственный каучук?

Многие, наверное, скажут, что таких чудес на свете не бывает. А между тем все эти чудесные превращения совершаются в действительности, в стране невидимок.

Чудеса без чудес

В Северной Африке по правому берегу Нила тянется цепь невысоких известняковых гор. Весь этот известняк создан в незапамятные времена микроскопическими жителями моря и со временем превратился в прочный камень — великолепный строительный материал.

Несколько тысяч лет назад жители Египта уже пользовались известняком для сооружения храмов, дворцов, гробниц и памятников.

От зари до зари тысячи рабов, изнемогая от усталости, выламывали из гор огромные каменные глыбы. Тысячи рабов волоком тащили камни по укатанной дороге к месту строительства.

Работа шла медленно. Но проходили годы, десятилетия, и под палящими лучами южного солнца все выше и выше поднимались остроконечные вершины гигантских пирамид, вечных надгробий владыкам Египта — фараонам.

Как-то, проникнув в потайные залы одной из больших пирамид, ученые обнаружили там рисунки, изображающие способ приготовления виноградного вина.

Безвестный художник изобразил на камне, как в те времена собирали виноград, как его давили ногами, как отделяли сок от раздавленных ягод.

Конечно, в те времена, когда египетский художник расписывал стены пирамиды, никто не подозревал об истинных причинах брожения. И все же люди издревле научились делать вина разного вкуса, цвета и аромата: красные и белые, кислые — столовые и сладкие — десертные. Качество вин объясняли лишь сортами винограда и различием в способах приготовления.

Только после открытий Луи Пастера поняли, что решающая

роль в виноделии принадлежит дрожжам, тем самым микроскопическим живым шарикам, которые поднимают тесто и вместе с молочнокислыми бактериями готовят для нас кефир и кумыс, квас и сыр.

Оказалось, что в произвольном брожении виноградного сока тоже нет ничего чудесного. Дрожжи находят сладкий сок повсюду только потому, что они широко распространены в природе.

Летом дрожжи живут на ягодах и плодах. Клюнет ягоду птица, пробуравит кожицу яблока личинка бабочки плодожорки или поранится оболочка плода при падении на землю — и дрожжи проникают в образовавшиеся отверстия. А там, где есть сладкий сок, дрожжи начинают быстро размножаться и вызывают брожение — разлагают сахар на спирт и углекислый газ.

Размножившиеся дрожжи вместе с остатками плодов попадают в почву и здесь зимуют.

Но вот наступает весна, и дрожжи вновь пускаются в путешествие. Ветром вместе с пылью на теле птиц и насекомых переносятся они на наземные части растений и ждут там своего часа.

Посмотрите когда-нибудь внимательно на гроздь зрелого винограда. Виноградины, налитые сладким соком, особенно красивы благодаря тому, что их поверхность подернута, словно инеем, матовым налетом. Это и есть дрожжи. При раздавливании ягод винограда дрожжи попадают в сусло и принимаются за работу.

Поверхность зрелой виноградины часто имеет матовый налет. В микроскоп видно, что этот налет состоит из дрожжевых грибков, которые сбраживают виноградный сок при кустарном приготовлении вина (увеличение в 1000 раз).

Однако естественное брожение не всегда проходит удачно. Вино может получиться мутным или с неприятным привкусом. Это происходит потому, что дрожжи бывают разных видов. Они различаются по величине и форме клеток, по способности сбраживать те или иные сладкие жидкости.

Одни виды дрожжей хорошо размножаются в хлебном тесте, другие — в виноградном соке, третьи предпочитают жить в пивном сусле.

Но даже дрожжи одного и того же вида не всегда одинаковы.

Каждый вид дрожжевых грибков включает в себя несколько пород или, как еще говорят, несколько рас дрожжей.

Ведь в естественной обстановке дрожжи могут попадать в различные условия. Если они неблагоприятны для жизни, дрожжи гибнут, в благоприятных же быстро размножаются. Иногда дрожжи оказываются в подходящих, но непривычных условиях. Тогда дрожжевые клетки постепенно приспосабливаются к изменившимся условиям и сами изменяются — дают новые расы.

Винные дрожжи, выделенные из винограда разных местностей, отличаются не только по внешнему виду, но и по своим свойствам. Приготовленные с помощью таких дрожжей вина имеют особый вкус и аромат. Поэтому, для того чтобы получить хорошее вино, например шампанское или токайское, мало вырастить подходящий сорт винограда. Надо еще иметь дрожжи, обитающие на родине этих вин — во Франции и Венгрии.

Отдельные сорта пива также обязаны своим вкусом, цветом и крепостью разным расам пивных дрожжей, сбраживающих ячменный солод.

Особые расы винных дрожжей хорошо развиваются в соках плодов и ягод. Сбраживая сахар, содержащийся в этих соках, дрожжи превращают их в плодовые и ягодные вина.

Было время, когда умели делать только виноградные вина. Опьяняющее действие вина объясняли тем, что в нем появляется особый «огненный дух».

А нельзя ли его выделить из вина, этот «огненный дух»? Такую задачу поставили перед собой алхимики в средние века. К этому времени люди уже научились перегонять жидкости. Они знали, что вода и многие другие жидкости при нагревании превращаются в невидимый пар, который можно потом охладить. Тогда сгустившиеся пары вновь превратятся в жидкость.

«А что, если выпаривать вино? — решили алхимики. — Не удастся ли таким путем поймать „огненный дух“ вина?»

Мысль оказалась удачной, так как спирт испаряется при более низких температурах, чем вода. Нагревая вино, алхимики

получали пары, которые при охлаждении превращались в прозрачную, жгучую на вкус и горящую голубым пламенем жидкость. Это и был «дух вина», который назвали спиртом, от латинского слова «спиритус», что значит «дух».

Вначале спирт применяли только как лекарство от разных болезней. Потом оказалось, что он может найти применение почти повсюду: в медицине и в химии, в научных лабораториях и в промышленности.

Нужда в спирте все росла, и получать его из вина стало невыгодно: ведь виноградное вино само по себе ценный продукт.

Но как получить много дешевого спирта и сохранить виноградные вина?

Выход нашли, когда узнали, что спирт получается в результате распада сахара под воздействием дрожжевых грибков. Значит, спирт можно получить не только из виноградного вина, а из любого продукта, в котором есть сахар или крахмал, который можно превратить в сахар при помощи солода.

Спирт стали вырабатывать из пшеницы, ржи, кукурузы, сахарной патоки, картофеля.

А потребность в спирте все росла. Особенно много спирта стала потреблять химическая промышленность. Это случилось после того, как советские ученые нашли способ получать из спирта искусственный каучук, а из него — резину для покрышек автомобилей и самолетов, изоляционные материалы для электропроводов и много других предметов, необходимых в быту, промышленности и на транспорте.

Нужно было отыскивать новые источники дешевого спирта. Картофель и кукуруза, конечно, доступней и дешевле, чем виноградный сок, но это все же ценные продовольственные культуры. Расходовать их для получения спирта тоже невыгодно.

И вот оказалось, что древесина по своему химическому составу очень близка к сахару. Если древесные опилки обработать крепкими кислотами, то они делаются сладкими.

Дальше все происходит уже в известном порядке: осахаренной древесной массой вскармливают дрожжи, и они разлагают сахар на углекислый газ и винный спирт.

Наша промышленность освоила способ, благодаря которому можно получать из ста килограммов сухой древесной массы до тридцати пяти литров винного спирта.

Запасы сырья, пригодного для переработки в спирт, выросли почти беспредельно. Ведь если спирт можно получать из древесины, его можно добыть также из отходов бумажного производства, из соломы и даже торфа.

Целое море спирта вырабатывают на заводах ежегодно. Весь

этот спирт приготовлен дрожжевыми грибками. Из спирта и с его помощью получают сотни и тысячи ценнейших продуктов. Значит, все они также обязаны своим происхождением невидимым работникам природы.

Подвал винодельческого завода, где вино выстаивается несколько лет и приобретает в результате брожения хороший вкус и аромат.

Давным-давно было известно, что слабое виноградное вино, если его оставить бродить, становится кислым, превращается в уксус. При этом на поверхности вина образуется пленка, состоящая из миллиардов палочковидных уксуснокислых бактерий.

Дрожжи непрерывно разлагают сахар на спирт и углекислый газ. Но когда в бродящей жидкости накопится много спирта, то он начинает сдерживать развитие самих дрожжей. Они уступают место уксуснокислым бактериям, которые и разлагают накопленный дрожжами спирт на воду и уксусную кислоту.

Раньше уксус так и готовили: брали молодое виноградное вино и ждали, пока оно скиснет. Но раз уксус получается в результате переработки спирта бактериями, значит его можно добывать не только из виноградного вина, но также из всех тех продуктов, в которых в результате брожения накапливается спирт.

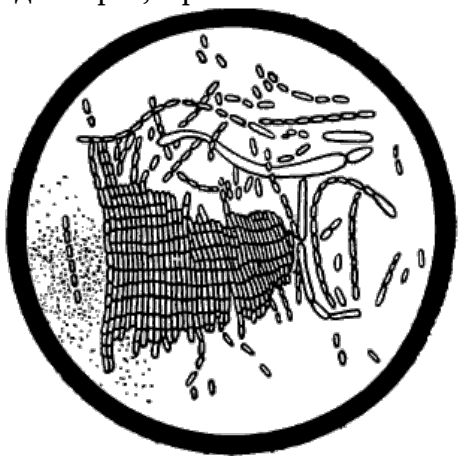
И действительно, уксус теперь получают из пива, яблок, груш, слив, персиков, различных ягод и даже меда.

А для промышленного, ускоренного способа приготовления уксуса используют… обыкновенные древесные стружки.

Большие бочки или чаны наполняют буковыми стружками, которые предварительно заливают уксусом. В уксусе всегда много уксуснокислых бактерий, и они оседают на стружках. Затем в чаны со стружками сливают разбавленный винный спирт. Пока жидкость медленно просачивается сквозь толщу стружек, весь спирт, который в ней содержится, успевает превратиться в уксусную кислоту.

Сверху в чаны добавляют новые порции разбавленного спирта, а снизу постоянно вытекает готовая уксусная кислота. Процесс идет непрерывно и может продолжаться десятки лет.

В зависимости от того, из какого продукта готовится уксус, подбираются соответствующие виды и расы бактерий. Потому что и уксуснокислые бактерии не одинаковы. Они, как и дрожжи, бывают разных видов и рас, с различными свойствами.



Бактерии уксуснокислого брожения (увеличение в 1000 раз).

При производстве уксуса дрожжи и уксуснокислые бактерии работают раздельно. Сначала дрожжи перерабатывают сахар в спирт, потом уксуснокислые бактерии превращают спирт в уксус.

А иногда дрожжи и уксуснокислые бактерии работают совместно или в содружестве с другими бактериями и плесневыми грибками.

Многим, наверное, приходилось пробовать чайный квас. Это продукт жизнедеятельности чайного, или японского, гриба, который в виде толстой морщинистой пленки разрастается на поверхности сладкого чая. Только на самом деле это вовсе не гриб, а миллиарды уксуснокислых бактерий и дрожжей. В сладком чае они прекрасно уживаются. Дрожжи вырабатывают из

сахара спирт, а уксуснокислые бактерии превращают часть спирта в уксус. В результате и получается приятный на вкус напиток.

В Японии издавна научились использовать «дружбу» дрожжей с одним плесневым грибком, научное название которого довольно мудреное — аспергиллюс оризе.

Грибок этот может заменить солод, так как быстро осахаривает крахмал. А вместе с дрожжами он участвует в приготовлении рисовой водки — сакэ. Грибок осахаривает рисовый крахмал, а дрожжи сбраживают сахар в спирт.

Есть еще в природе грибки — амиломицеты, которые способны работать «по совместительству». Сначала грибки осахаривают крахмал, а потом сами же сбраживают сахар в спирт.

Проникая все дальше и дальше в страну невидимок, ученые встречали там новые микроорганизмы с еще не известными свойствами. Многие из них оказались способными производить ценные продукты, которые раньше были очень редкими или добывались с большим трудом.

Лимонную кислоту в прошлом получали из сока лимонов. Но лимонные деревья живут только на юге, растут медленно и требуют тщательного ухода. А для того чтобы выделить из сока лимонов кристаллы лимонной кислоты, надо было еще затратить немало труда.

И вот в конце прошлого века нашли микроскопический плесневый грибок, сбраживающий сахар в лимонную кислоту. Казалось, проблема была решена. Нужно только иметь под рукой сахарный раствор и чудесный грибок, а все остальное он сделает сам. Лимонную кислоту можно будет получать везде, в любом количестве.

Так думали, но не так получилось в действительности.

Когда на сахарном растворе разводили грибок, он безотказно производил лимонную кислоту, но… сам же и поедал ее. Оказалось, что лимонная кислота — это пища, которую грибок готовит для себя, сбраживая сахар.

Как тут быть? Никто не знал этого. А между тем фабриканты — владельцы предприятий, вырабатывающих лимонную кислоту из сока лимонов, — торжествовали. Страшный конкурент из мира микробов, казалось, потерпел решительное поражение.

Но вот в конце прошлого века этой проблемой заинтересовался Сергей Павлович Костычев. И вскоре он нашел способ, как «обмануть» плесневый грибок — заставить его производить лимонную кислоту, но не пользоваться ею как питательным продуктом. Для этого оказалось достаточным изменить режим и температуру брожения.

В нашей стране есть специальные заводы, где лимонную

кислоту вырабатывают при помощи плесневых грибков. Теперь даже из обычной картошки получают вдвое больше лимонной кислоты, чем из лимонов. Для того чтобы вырастить лимонные деревья, нужно несколько лет, а при помощи грибков можно любое количество лимонной кислоты получить в течение пяти дней.

Лимонная кислота применяется в пищевой промышленности, при окрашивании тканей, в фотографии и медицине.

В дальнейшем были найдены и такие грибки-химики, которые образуют яблочную, щавелевую и некоторые другие кислоты. Грибки эти «взяли в плен», проверили их в лабораторных условиях, «приручили» и также заставили работать на человека.

Если масло хранить дома в неподходящих условиях, оно портится, приобретает прогорклый вкус. Это всегда неприятно. А на складах иногда портятся тонны масла. Это уже бедствие.

Масло портится потому, что в нем в результате деятельности сообщества различных микробов накапливается горькая масляная кислота. Она же часто портит силос в силосных башнях.

Однако некоторые соединения этой кислоты напоминают своим ароматом хорошие яблоки, груши, ананасы, клубнику и другие душистые фрукты и ягоды.

И вот, казалось бы, очень вредные микробы стали полезными. Всей компанией их выделили из масла, очистили от посторонних микроорганизмов и заставили работать на заводах. Маслянокислые микробы вырабатывают масляную кислоту, но, конечно, не из масла, а из более дешевого сырья: картофеля, зерна, отходов сахарного производства.

Соединения масляной кислоты применяются при производстве духов, туалетного мыла, конфет, фруктовых вод, искусственного рома.

Переселились на заводы и молочнокислые бактерии — прославленные защитники молочных продуктов от гнилостных микробов.

На заводах молочнокислые бактерии вырабатывают молочную кислоту, потребность в которой все растет. Ведь без нее не отпечатаешь рисунка на ситцевой ткани, не придашь необходимой мягкости кожам для обуви, не приготовишь многих лекарств в аптеках.

А глицерин, который раньше получали только из жира животных, теперь можно в любом количестве добыть с помощью микробов из осахаренного крахмала.

Еще Луи Пастер заметил, что при брожении сахара дрожжи вырабатывают не только спирт, но и глицерин. И вот, изменив

условия брожения, добились того, что дрожжи стали накапливать глицерин в большем количестве. Есть заводы, где из сахара или крахмала дрожжи готовят и спирт и глицерин.

Многим знаком резкий, характерный запах кинопленки. Это запах ацетона — ароматической летучей жидкости. Ацетон применяется во многих отраслях химической промышленности, в кинематографии, для производства лаков и взрывчатых веществ.

Ацетон можно получить химическим путем. Но можно делать его и при помощи микробов. Есть особые ацетоновые бактерии, которые готовят ацетон из кукурузной и ржаной муки и даже картофеля. При этом получается не только ацетон, а еще один ценный продукт — бутиловый спирт, который необходим в производстве искусственного каучука.

Так работают невидимки на химических заводах. А если вы выйдете за ворота промышленных предприятий, то вновь на каждом шагу увидите следы деятельности наших друзей — полезных микробов.

Быть может, завод стоит на берегу реки. Тогда обратите внимание на воду — она грязна, покрыта сверху какими-то жирными радужными пятнами, дурно пахнет.

Ведь заводы строятся обыкновенно на окраине городов и населенных пунктов. Река принимает в себя много городских отбросов и сильно загрязняется. В ней всегда много бактерий, в том числе и болезнетворных. А на окраине города в реку стекают отработанные воды металлургических, коксобензольных и химических заводов. И без того грязная, зараженная вода покрывается пленками нефти, в нее попадают карболка, нафталин, бензол, салициловая кислота и другие ядовитые вещества.

Казалось бы, все живое должно погибнуть в такой реке на всем ее протяжении. Но спуститесь вниз по течению. Вы увидите, как постепенно исчезают с поверхности воды радужные пятна нефти, куда-то девается муть, взвешенная в толще воды. Всего несколько километров ниже по течению, а вода в реке уже вновь пригодна для питья: она утратила резкий запах карболки, стала чистой и прозрачной.

Что же случилось? Каким образом произошло самоочищение воды в реке?

Оказывается, и в этом случае потрудились полчища крошечных санитаров — микробов.

Бактерии деятельно разлагают все органические остатки, попадающие в реку с городскими сточными водами. Кусочки растительной и животной ткани, остатки пищи — все превращается в простые минеральные соли.

А когда в воду попадают сточные воды заводов, ими занимаются другие бактерии, для которых даже карболка, нафталин, керосин, парафин, нефть, бензол и салициловая кислота — лакомая пища.

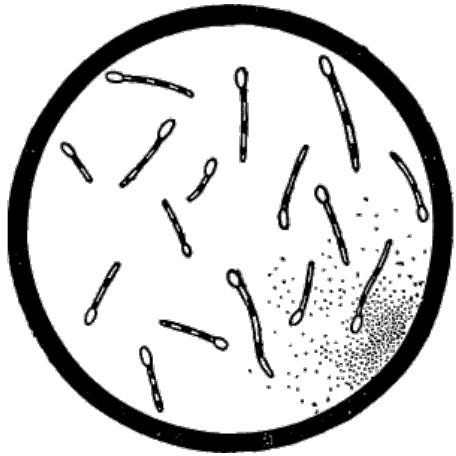
Вода очищается от грязи и вредных примесей, а вместе с тем иссякают и запасы пищи для бактерий. Они либо гибнут сами собой, либо попадают на обед инфузориям, амебам и другим простейшим обитателям пресных вод. Эти великаны мира невидимок истребляют также болезнетворных бактерий, попавших в реку вместе с городскими сточными водами.

Но вот мы удаляемся в сторону от речных берегов и попадаем на колхозные и совхозные поля. На полях убирают лен. Стебли льна расстилают на земле рядами, под открытым небом. Это делается для того, чтобы под влиянием росы и дождя, тепла и света льняные волокна в стеблях отделились от кожицы и древесины. Конечно, ни роса, ни дождь, ни тепло сами по себе этого не сделают. Они лишь необходимые условия для развития свето- и воздухолюбивых микробов.

Быстро размножаясь на льне, микроорганизмы прежде всего разрушают вещества, которые склеивают льняные волокна, а сами волокна остаются неповрежденными. Стебли льна после этого уже легко расчесать и превратить в пряжу.

То же самое, только гораздо быстрее, происходит при замачивании стеблей льна в воде рек и прудов. Но здесь уже работают другие микроорганизмы, не нуждающиеся в кислороде воздуха.

Замачивание льна производят также в заводских условиях. При этом применяют закваску из чистых культур микроорганизмов. Закваска представляет собой сухой порошок, содержащий споры бактерий, разлагающих части льняных стеблей. Чтобы оживить бактерии, порошок разбалтывают в воде и вносят в чаны, где замачивается лен. Применение таких заквасок улучшает качество льняного волокна — прославленного шелка севера.



Бациллы водяной мочки льна (увеличение в 650 раз).

Оглянитесь вокруг. Повсюду работают микробы, повсюду следы их замечательной деятельности. Они даже работают в партиях геологов-разведчиков, помогают отыскивать подземные клады.

Там, где в недрах земли залегает нефть, всегда есть и нефтяные газы, образуемые бактериями, живущими в нефтяных пластах. Даже по самым мельчайшим трещинкам в горных породах газы просачиваются из недр к поверхности земли. И вот тут-то, на месте выхода газов, образуются скопления других бактерий, для которых эти газы — жизненно необходимый продукт.

Выделения нефтяных газов помогают геологам отыскивать залежи нефти. Но обычно газов выделяется так мало, что их трудно отыскать даже с помощью специальных приборов. А бактерии найдут эти газы всегда. Скопления этих бактерий отыскать легче. Они «укажут» места выделения газов, а газы поведут геологов к подземным кладовым нефти.

Нефтяной газ сильно сжат давлением земных слоев и, в свою очередь, давит на нефть. Когда нефтяники бурят скважины к залежам нефти, она под напором газа устремляется вверх и выносится на поверхность. Проходит некоторое время, и нефти в залежи становится все меньше и меньше. Давление внутри земных слоев, а следовательно, и напор газа ослабевают, нефть уже не поднимается по скважине. Добывать ее становится трудно, а иногда и совсем невозможно.

Вот если бы газа было больше, он продолжал бы вытеснять нефть, и тогда многие истощенные скважины могли бы снова давать жидкое золото.

Но ведь нефтяной газ — продукт жизнедеятельности

бактерий. Нельзя ли заставить их работать более активно?

Исследовав бактерий, живущих в нефтяных пластах, советские ученые решили и эту задачу. Если ввести в скважину специальные питательные вещества, то газообразующие бактерии будут размножаться очень быстро. Это, в свою очередь, приведет к ускоренной выработке газа, а значит, повысит давление в нефтяных пластах.

Такие опыты уже проводятся учеными в нефтяных районах Второго Баку.

Страна невидимок — это поистине «страна чудес». А ведь микробиология, изучающая эту страну, — еще молодая наука, она делает, по существу, только первые шаги. Сколько же предстоит ей еще открыть нового и чудесного!

На линии химической обороны

Об этом человеке мы знаем очень мало.

Известно лишь, что Вячеслав Авксентьевич Манасеин был способным врачом и преподавал в Военно-медицинской академии в Петербурге. Известно также, что он много лет затратил на то, чтобы доказать недоказуемое: что бактерии якобы не могут вызывать болезни животных и человека.

Удивляться этому не следует, так как речь идет о времени, когда Пастер только начинал свое путешествие в стране невидимок и по поводу происхождения болезней существовало невообразимое множество самых противоречивых теорий.

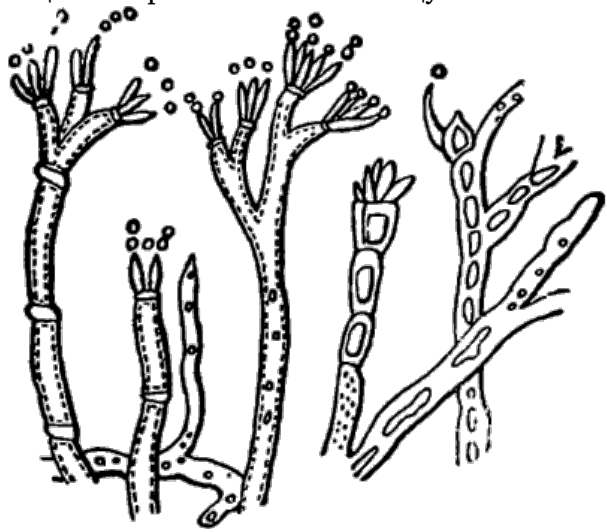
Профессор Петербургской военно-медицинской академии досадно заблуждался в отношении роли бактерий в природе. А между тем его имя часто упоминается теперь на страницах журналов и в научных трудах, издаваемых в различных странах. И все это благодаря нескольким страничкам, на которых ученый скупо, но ясно описал один поставленный им опыт.

Манасеин был страстным исследователем. И, раз взявшись доказать, что бактерии — самые безобидные существа на свете, он проявил почти невероятную настойчивость. В его лаборатории был настоящий зверинец из смеси самых различных бактерий, а рядом пышно разрастались и отливали разными цветами бархатистые колонии микроскопических плесневых грибков.

И вот, производя сотни опытов с бактериями и грибками, Манасеин обнаружил чудесные свойства плесневого гриба — зеленого кистевика, который принадлежал к виду

микроскопических грибков, носящих общее название пенициллиумов.

В самой зеленой плесени не было ничего удивительного. Она широко распространена в природе и быстро появляется на отсыревших пищевых продуктах, на залежалой коже, даже в чернилах. Но, делая бесчисленные посевы и пересевы зеленой плесени, Манасеин заметил, что грибок-кистевик ведет себя очень странно. Если его выращивать вместе с другими плесневыми грибками, то он задерживает развитие своих соседей и расчищает себе место. Сколько раз ни повторял Манасеин этот опыт, результат всегда был один: зеленая плесень выходила победительницей в борьбе за место и пищу.



Зеленая плесень «пенициллиум нотатум», которая используется для производства чудесного лекарства пенициллина.

«А что, если испытать силу зеленой плесени на других соседях — на бактериях?»

Как только мелькнула эта мысль, Манасеин тотчас посеял зеленую плесень рядом с колониями различных бактерий.

Результат опыта превзошел все ожидания. Много раз потом повторял ученый этот опыт: выращивал бактерий и в ту же среду высевал споры зеленой плесени — пенициллиум. И всегда плесень нормально развивалась, а бактерии быстро отступали.

Свои опыты с зеленой плесенью Манасеин коротко описал на тех нескольких страничках, которые навсегда вошли в историю науки. Это было в 1871 году.

А годом позже другой русский ученый, профессор Алексей Герасимович Полотебнов, практически использовал открытие

Манасеина. Из зеленой плесени пенициллиума и миндального масла Полотебнов приготовил мазь для лечения плохо заживающих, гноящихся ран. Новое лекарство себя оправдало. Ни одно из лечебных средств, известных в то время, не давало такого быстрого и стойкого излечения.

Манасеин и Полотебнов сообщили о своих открытиях, но на них почти не обратили внимания. Слишком уж необычным было представление о плесени как лекарстве.

«Лечить раны какой-то плесенью? Заниматься подобной чепухой под стать лишь деревенским знахарям, а не ученым-медикам!» — пренебрежительно говорили многие знаменитые врачи того времени.

А еще через пять лет врач Н. В. Лебединский закончил большой научный труд, в котором подробно описывал чудодейственные свойства зеленой плесени.

Доклад Лебединского внимательно выслушали, похвалили и присудили автору ученую степень доктора наук. А потом и доклад и научный труд о зеленой плесени забыли. Никому и в голову не пришло, что исследования Манасеина, Полотебнова и Лебединского означают начало новой эры в истории медицины, открывают еще неизведанные пути в изучении страны невидимок.

Прошло почти шестьдесят лет. И вот в 1929 году английский ученый Александер Флеминг снова и совершенно случайно делает то самое открытие, о котором в свое время сообщали русские врачи. Флеминг был микробиологом и много лет посвятил исследованию болезнетворных микробов. Изучал он и золотистых стафилококков — такое красивое, звучное имя было присвоено учеными вреднейшей бактерии, вызывающей заражение крови.

Однажды Флеминг, просматривая чашечки Петри, где на поверхности студня разрастались пышные колонии золотистого стафилококка, заметил не без досады, что опыт испорчен. В чашечки с посевом золотистого стафилококка попала какая-то плесень.

Но Флеминг, человек наблюдательный, обратил внимание и на другое: в чашечке, где была плесень, произошло что-то необычное. Плесень разрасталась, а вокруг нее лежала зона совершенно чистого студня. Бактерии исчезли, словно их тут никогда и не бывало.

Флеминг теперь уже намеренно повторил опыт. Он посеял плесень вместе с золотистым стафилококком и получил тот же результат — плесень вытесняла бактерий. Что же это за плесень? Ответить на этот вопрос, имея под рукой микроскоп, было нетрудно. Она оказалась обычной зеленой плесенью, одной из

разновидностей грибков-пенициллиумов.

Флеминг отделил кусочек плесени и посеял ее на жидком бульоне. Плесень быстро разрослась и вскоре покрыла поверхность жидкости сплошной пленкой.

И что же? Эта жидкость так же губительно действовала на других микробов, как и сама плесень. Флеминг проделал множество опытов. Он разбавлял жидкость, взятую из-под плесени, в два, в три, в пять, наконец в десять раз. Ее свойства не изменялись. Даже разведенная в восемьсот раз, жидкость сохраняла способность приостанавливать развитие некоторых бактерий.

Тогда Флеминг сделал совершенно правильный вывод: зеленая плесень обладает средством химической защиты, она выделяет особое вещество, которое губительно действует на бактерий.

Во времена Флеминга такой выход уже ни для кого не явился неожиданным. Он был подготовлен всем предшествующим развитием науки.

Предки современных микробов первыми заселили Землю. Многие миллионы лет они были полными хозяевами нашей планеты. А ведь ни одно другое живое существо не обладает такой способностью к размножению, как микроорганизмы. Вспомним: только несколько суток надо, чтобы при благоприятных условиях потомство одной бактерии покрыло всю Землю.

Значит, с того самого времени, как микробы появились на Земле, они вынуждены были вести непрестанную борьбу за место и пищу.

Много позже, когда на Земле из одноклеточных организмов возникли многоклеточные животные и растения, они уже обладали специальными органами для защиты и нападения: жалами, клешнями, зубами, когтями, шипами. Даже быстрые ноги и сильные плавники помогали нападать или уйти от врага.

У микробов ничего этого не было. И вот в результате длительного приспособления к условиям жизни они приобрели способность вырабатывать и выделять особые вещества — средства химической защиты.

Ученые назвали эти вещества антибиотиками, от слов «анти» — против и «био» — жизнь.

Конечно, каждый микроб очень мал, а количество выделяемого им антибиотика ничтожно, но микробы живут колониями. Это позволяет им объединять свои силы в борьбе с врагами. Химические вещества, которые выделяет каждый микроб, сливаются и образуют вокруг колонии защитную

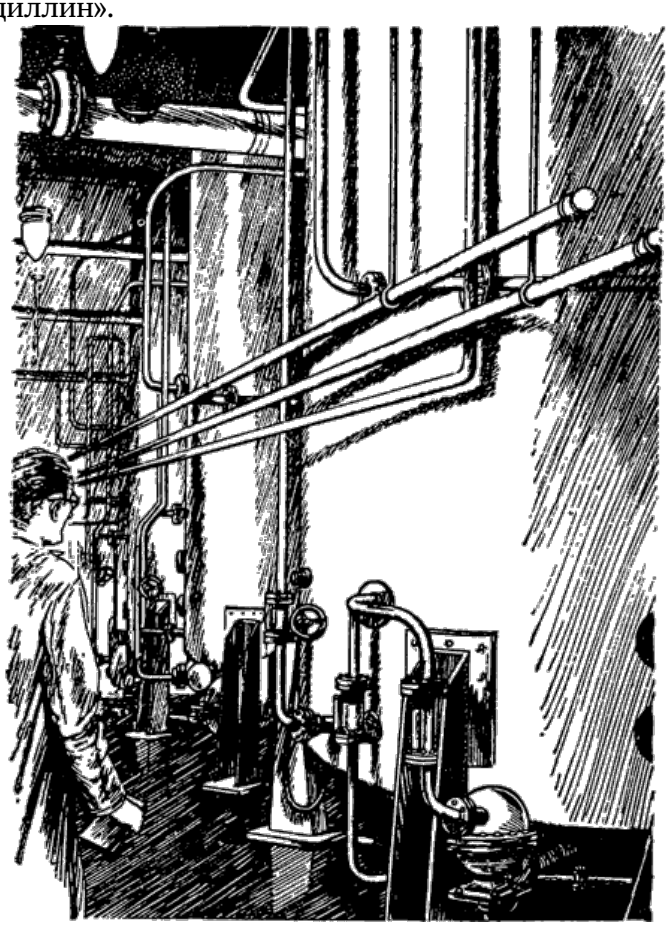
отравленную зону, страшную даже для таких гигантов страны невидимок, как амебы.

Всего этого, конечно, не мог не знать английский ученый Флеминг, когда он обнаружил, что зеленая плесень пенициллиум выделяет вещество, задерживающее рост гноеродного микроба — золотистого стафилококка.

И у Флеминга, естественно, возникла идея:

«А нельзя ли получить это вещество в чистом виде? Нельзя ли превратить антибиотик, выделенный зеленой плесенью, в лекарство, в порошок, который бы хорошо сохранялся, который в любой момент можно было бы вынуть из аптечного шкафа и предложить больному?»

Идея эта захватила Флеминга, и он тотчас же принялся за работу. Но его подстерегала неудача за неудачей. Сколько ни пытался ученый выделить чудесное вещество, вырабатываемое грибком пенициллиумом, ему это не удавалось. Но Флеминг уже твердо знал, что такое вещество существует, и даже дал ему имя — «пенициллин».



Резервуары, в которых выращивается зеленая плесень на заводах по выработке пенициллина. Каждый такой резервуар вмещает до пятидесяти тысяч литров питательной среды, продуваемой снизу потоком воздуха, без которого грибок развивался бы только на поверхности раствора.

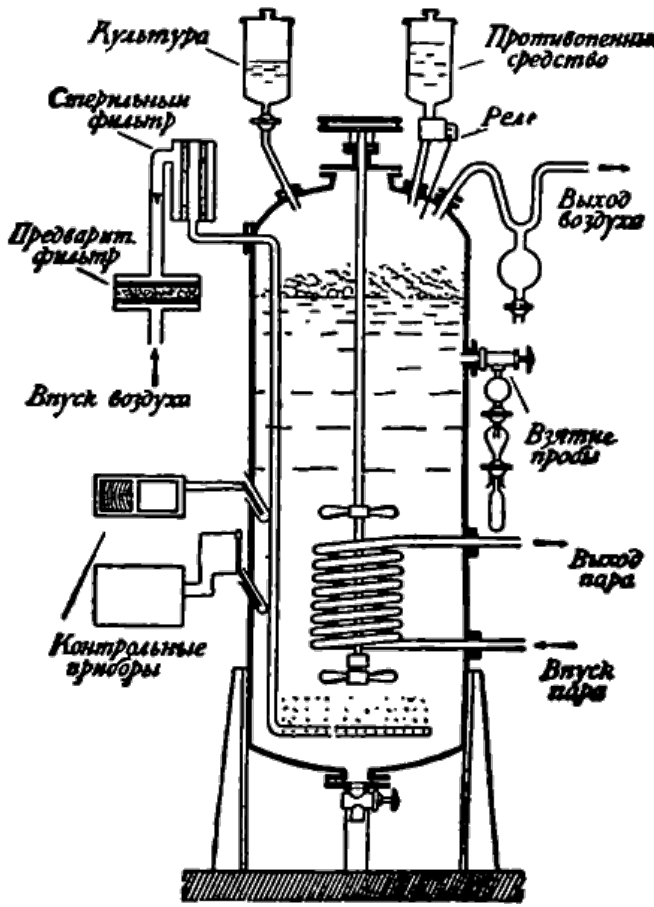


Схема устройства резервуара.

Он сохранил также найденный им грибок. И это очень помогло исследователям в дальнейшем. Ведь грибков пенициллиумов в природе много, но далеко не все способны выделять антибиотики такой силы, как грибок, случайно обнаруженный Флемингом.

Лишь через одиннадцать лет американским ученым удалось решить задачу, над которой бесплодно бился Флеминг. Они выделили антибиотик зеленой плесени в чистом виде. Но и их вначале ожидало горькое разочарование. Оказалось, что чистый

пенициллин быстро распадается на составные части и теряет все свои лечебные свойства. Только в начале второй мировой войны, когда был наконец найден способ высушивания пенициллина, человечество получило новое лечебное средство еще невиданной силы.

Пенициллин легко справлялся с возбудителями таких опасных болезней, как воспаление легких, гнойное заражение ран, воспаление брюшины, общее заражение крови, воспаление мозговых оболочек, скарлатина и некоторые другие болезни.

И, что самое главное, пенициллин был безвреден для организма человека.

Производство пенициллина оказалось в руках американских предпринимателей. Они охотно продавали пенициллин, но не открывали секрета его производства. Не выдавали они и грибка, обнаруженного Флемингом.

А между тем в годы Великой Отечественной войны советского народа против гитлеровских захватчиков от пенициллина зависела жизнь сотен тысяч бойцов Советской Армии.

Можно ли было в таких условиях рассчитывать лишь на заграничное лекарство, которое приходилось доставлять на самолетах из другого полушария?

Нужен был свой, советский пенициллин. За решение этой задачи взялась З. В. Ермольева. Вместе со своей помощницей, Т. И. Балезиной, она работала с неослабевающим напряжением, ставя все новые и новые опыты.

Дни слагались в недели, недели — в месяцы, месяцы вырастали в годы. Но неудачи только укрепляли упорство исследователей. И вот наконец первый советский пенициллин в руках ученых.

Он был добыт из разновидности зеленой плесени, которая выделяла антибиотик еще большей лечебной силы, чем пенициллин американский.

Пенициллин — одно из величайших достижений науки. Он спасает ежегодно сотни тысяч человеческих жизней.

Но дело не только в этом. Открытие пенициллина показало, что в стране невидимок скрыты самые сильные и надежные лечебные средства.

А так как каждый микроб — возбудитель болезни должен иметь в природе микробов-врагов, то, видимо, нет на свете заразной болезни, против которой нельзя было бы найти верное средство — антибиотик. Надо только найти его.

И вот уже тысячи лабораторий мира переключаются на поиски микробов, которые подавляют или убивают микробов — возбудителей заболеваний человека, животных, растений.

Новые цели потребовали изменить и методы исследования. Еще со времен Левенгука основной задачей охотников за микробами было выделить одну микробную клетку отдельно от других. Только после того, как были получены чистые культуры микробов, без примеси посторонних, стало возможным углубленное изучение этих загадочных существ.

Благодаря чистым культурам удалось найти, изучить и обезвредить многие болезнетворные микроорганизмы.

Благодаря тем же чистым культурам были пойманы, изучены, размножены и «приручены» полезные микроорганизмы, которые работают в промышленности и сельском хозяйстве.

Чистые культуры стали основой основ микробиологии. Но они не могли помочь тем, кто выслеживал новые антибиотики.

Ведь нельзя отыскать микробов-врагов, если изучать лишь отдельные виды микроорганизмов. Для этого надо было наблюдать совместную жизнь микробов, их сообщества. Только так можно было заметить, что одни из них живут в тесном содружестве, а другие, наоборот, в непримиримой борьбе — антагонизме.

От изучения чистых культур пришлось перейти к изучению сообщества микроорганизмов.

Сделать это было в общем нетрудно. Ведь микробиологи-почвоведы уже давно изучали именно сообщества микроорганизмов, обитающих в почве. Гораздо труднее оказалось подобрать к каждому болезнетворному микробу его антагониста — врага.

Делают это обычно так. На питательную среду в чашечку Петри высевают вредный болезнетворный микроб, к которому хотят найти антагониста. В ту же чашечку наносят сверху, небольшими участками, чистую культуру другого микроба, который хотят испытать. В дальнейшем в чашечке одновременно развиваются и вредный микроб и тот, который испытывается.

Теперь микробиологу остается только наблюдать и надеяться. Проходит положенное время, и колонии обоих микробов разрастаются так, что уже соприкасаются, нарастают одна на другую. Значит, оба микроба прекрасно уживаются. А это, в свою очередь, означает, что опыт не удался. Приходится все начинать сначала.

Перед глазами исследователей проходят сотни, тысячи чашечек Петри. Испытываются сотни, а иногда и тысячи видов микроорганизмов. И каждый раз новые ожидания, новые надежды.

Но вот как будто бы найдено! В одной из чашечек вредный микроб разросся по всей поверхности студня и только вокруг

колонии испытываемою микроба осталась чистая зона. Похоже, что именно этот микроб выделяет какой-то антибиотик, угнетающий развитие микроба-вредителя.

Но радоваться преждевременно. Сделан пока лишь первый шаг. Найденный микроб надо еще размножить и тщательно изучить. И тут уж, конечно, не обойтись без чистых культур.

Потом надо каким-то способом выделить антибиотик, чтобы испытать и его. Ведь различные антибиотики не только поражают разных микробов. Их действие также неодинаково. Одни антибиотики убивают бактерий, другие, как, например, пенициллин, только приостанавливают их размножение, третьи растворяют бактериальные клетки. Знать, как действует антибиотик, очень важно.

Если все идет хорошо, начинают опыты на животных. И лишь в самом конце утомительных, иногда многолетних исследований может выясниться, что антибиотик слишком быстро распадается или проявляет свою силу только в лабораторных условиях, а в теле животных не действует.

А может быть и так, что антибиотик, на который возлагалось столько надежд, окажется ядовитым не только для болезнетворного микроба, но и для организма человека. В любом из этих случаев есть только один выход из положения — опять начинать все заново.

Следовательно, чтобы найти, выделить и проверить каждый антибиотик, приходится затрачивать огромное количество времени, силы многих людей. И все же на счету охотников за антибиотиками немало ценных находок.

Особенно много микробов, выделяющих антибиотики, оказалось в почве. Да это и понятно. Ведь какой смысл выделять антибиотики тем микробам, которые постоянно живут в воде? Выделенные микроорганизмами отравляющие вещества все равно растворятся в массе воды. А в почве микробы живут отдельными скоплениями, и создание отравленной зоны служит им надежной защитой.

Советский микробиолог академик Н. Г. Холодный нашел очень простой способ, позволяющий увидеть под микроскопом многообразную жизнь почвенных микроорганизмов в естественной обстановке. Острым ножом он делал вертикальный разрез в почве и вставлял в это отверстие небольшое четырехугольное стекло, а потом его закапывал. Поверхность стекла покрывалась прилипшими к нему почвенными частичками, среди которых поселялись и размножались различные микробы, живущие обычно в почве.

Если через некоторое время такое стекло вынуть и высушить,

то под микроскопом можно увидеть как бы фотографию микроскопической жизни в почве. Бактерии и их споры, нити грибков, амебы и инфузории, отдельные скопления микробов — все здесь предстанет перед исследователем в том положении и взаимодействии, как это и бывает на самом деле.

Вот полчища бактерий набросились на отмирающие нити грибков и разлагают их. А за бактериями, в свою очередь, охотятся амебы, тело которых прямо-таки набито остатками бактерий и грибков. Грибки вынуждены постоянно защищаться от нападения бактерий, а бактерии — от амеб. Но те и другие обладают только одним средством защиты — химическим.

Так, пользуясь новыми методами изучения почвы, советские ученые увидели в ней почти неисчерпаемую кладовую антибиотиков.

Это было в 1935–1937 годах. А через год агроном-микробиолог Любо нашел почвенную бактерию, выделяющую вещество, убивающее гноеродных микробов. Любо выделил это вещество в чистом виде и назвал его тиротрицином. Новый антибиотик оказался ценным лекарством, которое быстро излечивало гнойные раны и было безвредно для человека.

Советские ученые Г. Ф. Гаузе и М. Г. Бражникова также решили отыскать в почве врага гноеродного микроба — золотистого стафилококка. Для этого они придумали особый тактический прием.

В небольшом деревянном ящике ученые поместили смесь различных огородных почв. Ящик поставили в темное место и ежедневно в течение двух недель поливали водой. За это время различные микробы, массами населявшие плодородную огородную почву, размножались и постепенно использовали все запасы питательных веществ. Теперь все они должны были погибнуть от недостатка пищи.

Именно этого момента и ждали исследователи. Почву в ящике они стали поливать культурой живых гноеродных стафилококков.

Это не могло, конечно, спасти все почвенные микроорганизмы от голодной смерти. Но если в почве есть микроб, который способен разрушать живые клетки золотистого стафилококка, то такой микроб выживет. Он будет питаться за счет вещества убитых клеток стафилококка.

В этом и заключался план, заранее разработанный Гаузе и Бражниковой.

Свыше года поливали они землю культурой стафилококка. И наконец наступил день, когда, по расчетам ученых, можно было проверить, удался ли опыт, на который было затрачено столько

времени.

В две пробирки они налили свежую культуру стафилококков и в одну из них добавили щепотку земли из ящика. Уже на следующий день пробирки имели разный вид. В той пробирке, куда землю не добавляли, стафилококки бурно размножались. А жидкость в другой пробирке была почти прозрачной. Лишь какая-то тонкая пленка покрывала ее. В этой пленке исследователи обнаружили под микроскопом множество палочковидных бактерий, многие из которых имели внутри споры.

После выделения этой почвенной палочки в чистую культуру удалось установить, что она выделяет вещество, убивающее не только золотистого стафилококка, но и некоторых других болезнетворных бактерий. Новый антибиотик получил название советского грамицидина. Он успешно применяется при лечении нагноений, ангин, дизентерии.

В почве живут также особые микробы — лучистые грибки, похожие одновременно и на плесневые грибки и на бактерии. Называют их акциномицетами. Советский ученый Николай Александрович Красильников обнаружил, что многие акциномицеты выделяют антибиотики. Один такой антибиотик он выделил и назвал его мицетином.

В 1944 году другой лучистый грибок дал человечеству, пожалуй, самый замечательный из антибиотиков стрептомицин. Отличительная особенность стрептомицина в том, что он действует как раз на те микробы, против которых пенициллин оказывается бессильным. Стрептомицин поражает возбудителей чумы, туляремии, бруцеллеза. Он губит даже стойкую туберкулезную палочку и поэтому излечивает туберкулезный менингит — болезнь, которая раньше была смертельной.

Есть еще антибиотики синтомицин и левомицин, которые успешно применяются при лечении желудочно-кишечных заболеваний, вызванных бактериями и амебами.

Хорошей славой пользуется биомицин, излечивающий больных брюшным и сыпным тифами, угнетающий микробов — виновников гнойных процессов и заражения крови.

Ученые выделили и проверили уже более двухсот различных антибиотиков. Правда, лишь немногие из них получили применение в лечебной практике. Большинство либо теряют свои свойства в организме человека и животных, либо слишком ядовиты, чтобы ими пользоваться как лекарством.

Но даже такие негодные для медицины антибиотики часто находят применение.

Из бактерий, живущих на сене, был извлечен антибиотик субтилин, задерживающий развитие гнилостных микробов. И вот

уже ведутся опыты по использованию этого антибиотика для консервирования скоропортящихся продуктов.

Антибиотик актидион, добытый из одного лучистого гриба, оказался очень ядовитым для крыс, и его стали применять в борьбе с грызунами.

А насекомых — вредителей сельского хозяйства, уничтожает другой антибиотик — антимицин. Он также применяется на практике.

Некоторые антибиотики стали незаменимым средством для предупреждения и лечения болезней растений: картофеля, капусты, лука, огурцов, плодовых деревьев, табака, злаков, хлопчатника и других.

В последние годы обнаружено еще одно удивительное свойство антибиотиков. Если их добавлять в корм молодняку сельскохозяйственных животных, то поросята, цыплята, индюшата не болеют и быстрее растут.

Почему, каким путем антибиотики ускоряют рост животных и птиц? Окончательного ответа на этот вопрос еще нет. Но ученые уверены, что в животноводстве антибиотики со временем будут играть не меньшую роль, чем в медицине.

Микроб против микроба! Так вновь сошлись пути двух отрядов микробиологов, которые когда-то пошли разными дорогами. Исследования тех, кто изучает болезнетворных микробов, и тех, кто отыскивает микробов полезных, теперь взаимно дополняют друг друга.

Антибиотики — это сокровища страны невидимок. Их открытие — одно из величайших завоеваний микробиологии. А ведь не прошло еще и двадцати лет с тех пор, как антибиотики вошли в обиход. Все, что мы рассказали здесь, представляет лишь первую страницу их будущей истории.

Заманчивые дали

Стояло жаркое лето 1887 года. Студент Петербургского университета Дмитрий Ивановский вместе со своим товарищем и однокурсником Половцевым отправился в Крым, чтобы выполнить свое первое научное задание.

Молодых людей видели то на одной, то на другой табачной плантации. Они копались в почве, внимательно рассматривали странные листья табака, пораженные неведомой болезнью.

И всюду они слышали от местных табаководов одно и то же:

«На листьях табака появляются желтоватые пятна, они разрастаются, множатся и покрывают листья причудливым мозаичным узором. А листья изменяют форму, съеживаются, делаются непригодными для обработки. Табаководы терпят большие убытки. Нельзя ли как-нибудь помочь в этой беде?»

Лист табака, пораженный мозаичной болезнью.

Этого не знают и сами студенты. Но они любознательны, у них опытные учителя, привившие им навыки и любовь к исследовательской работе.

«Быть может, растения, — думают они, — болеют от недостатка каких-то веществ в почве или от неправильного ухода?»

Чтобы проверить это, проводят опыты: высаживают табак менее густо, меняют состав удобрений, проверяют новые нормы полива. На некоторых плантациях эти меры помогают, и Ивановский с Половцевым уже готовы торжествовать победу. На других плантациях те же меры не оказывают никакого действия, растения продолжают гибнуть. И молодые исследователи впадают в уныние.

Два года Ивановский и Половцев работают неустанно. Летом — в Крыму, зимой — в университетской лаборатории.

И вот первый вывод: то, что считали мозаичной болезнью табака, есть на самом деле две разные болезни. Одна из них вызывается микроскопическим грибком, и, если изменить условия жизни растений, они легко справляются с этой болезнью. Другая болезнь — истинно мозаичная. Причины этой болезни

неизвестны.

Ивановский не знает, конечно, что табачная мозаика приведет его к открытию, самому громкому со времен Левенгука. Но уже теперь она помогает ему найти свое призвание в науке. Ботаник становится охотником за микробами.

Окончив Петербургский университет, молодой ученый в 1890 году вновь едет в Крым. Целыми днями рассматривает он в микроскоп ткани растений, пораженных мозаикой, ставит различные опыты.

Сок больных растений он прививает здоровым. Через одиннадцать — двадцать дней все здоровые растения заболели.

«Значит, — решил Ивановский, — мозаичная болезнь заразна и возбудитель этой болезни находится в соке больных растений».

Теперь нужно было найти микроба — виновника болезни. Но именно здесь, на пороге открытия, исследователь столкнулся с, казалось, непреодолимыми трудностями. Даже под объективом самых сильных микроскопов он не смог обнаружить следов возбудителя болезни.

«Наверное, в соке больных растений, — предполагает ученый, — так мало микробов, что ни один из них не попадает в поле зрения микроскопа. Надо предварительно размножить их на питательной среде?»

Начинается серия новых опытов.

«Я заражал, — рассказывал потом Ивановский, — соком больных растений различные питательные смеси: вареный картофель, желатину, мясной бульон».

Но микробов по-прежнему не было.

«Быть может, микробы мозаичной болезни очень капризные создания? — не сдается Ивановский. — Наверное, они могут питаться только соком табачных растений? Не лучше ли выращивать их на отварах табака?»

И снова десятки, сотни опытов. Однако неуловимый микроб не хочет размножаться и на табачных отварах.

Сомнение все чаще посещает Ивановского. Он уже не уверен в своих собственных выводах, он спорит сам с собой.

«А что, если никакого микроба нет? — думает он. — Быть может, болезнь возбуждается не микробом, а больными соками растения, которые изменились настолько, что стали ядовитыми?»

Но хорошо продуманные, точные опыты рассеивают и эти сомнения. Оказалось, что заразителен не только сок больных растений — зараза способна передаваться и через почву. Даже папироса может стать источником заражения, если из нее упадут на почву несколько крупинок табака, пораженного мозаикой.

Значит, возбудитель табачной мозаики существует. Но как

его отыскать?

Ивановский понимает, что ему достался тот самый орешек, который оказался не по зубам даже самым прославленным охотникам за микробами.

Ведь Пастер, победивший микроба бешенства, так и не смог обнаружить возбудителя этой болезни, хотя искал долго и упорно. Сотни других исследователей так же безуспешно гонялись за возбудителями оспы, кори, желтой лихорадки, гриппа, ящура и некоторых других болезней.

Во времена Ивановского уже поговаривали о том, что Пастер ошибался, приписывая каждой заразной болезни своего возбудителя — микроба.

Таким образом, загадка табачной мозаики приобретала общее значение для всей биологической науки.

Дмитрий Иосифович Ивановский пытается перехитрить невидимок, которые так упорно не даются в руки. Сок растений, пораженных табачной мозаикой, он пропускает под давлением через специальный фарфоровый фильтр. В мельчайших порах этого фильтра должна была застрять любая, даже самая мелкая бактерия, если она только есть в жидкости.

Дмитрий Иосифович Ивановский попытался перехитрить невидимых возбудителей болезни.

Опыт был закончен, но в фарфоровых порах не оказалось возбудителя болезни. И в то же время сок больных растений, пропущенный через фильтр, остался по-прежнему заразным.

«Значит, возбудитель табачной мозаики настолько мал, что свободно проходит в поры фарфоровой массы, — решил Ивановский. — Видимо, есть целый мир существ, еще более мелких, чем бактерии, только границы видимого в микроскоп не позволяют их обнаружить».

Это был переворот в науке. По дороге, открытой русским ученым, в погоню за неуловимым болезнетворным началом бросилась целая армия охотников за микробами.

В сравнительно короткий срок русские и иностранные ученые выявили десятки невидимых в микроскоп возбудителей болезней человека, животных и растений.

Не видя их, им дали имя. Болезнетворных бактерий называли, в отличие от полезных, вирусами. А невидимых в микроскоп возбудителей болезней, которые проходили через мельчайшие поры фильтров, стали называть фильтрующимися вирусами.

Не видя вирусов, их изучали, научились выделять в чистом виде и даже измерили.

Трудно представить себе истинный размер мелкой бактерии. Еще труднее представить размер вирусных частиц.

Бактерий измеряют обычно микронами, то есть тысячными долями миллиметра. Размер бактерии сибирской язвы равен пяти — восьми микронам, а размер палочки «чудесной крови» — всего лишь семидесяти пяти сотым микрона.

А вирусные частицы много мельче. Поэтому их измеряют не микронами, а миллимикронами, то есть тысячными долями микрона. Величина вируса тяжелой болезни энцефалита едва достигает тридцати миллимикронов. Так же мал вирус табачной мозаики.

Однако и среди вирусов, как и среди бактерий, есть карлики и великаны. Самый мелкий из известных вирусов — это вирус ящура. Его размер равен лишь восьми тысячным микрона. Таким образом, вирус ящура в тысячу раз меньше бактерии сибирской язвы.

К вирусам-великанам принадлежат возбудители оспы и гриппа. Частицы вируса гриппа достигают размера в сто миллимикронов. Но если взять миллион таких «великанов» и соединить их вместе, то получится невидимый глазом шарик диаметром в десять микронов, то есть немногим больше красного кровяного тельца.

Чем дальше проникали ученые в мир вирусов, тем все большие неожиданности подстерегали их. Еще в 1915 году русский ученый Николай Федорович Гамалея заметил, что микробы могут иногда исчезать, растворяться по неизвестным причинам. А в 1917 году французский ученый д'Эррель выделил вирус, который растворял дизентерийных микробов. Ученый назвал этот вирус бактериофагом — пожирателем бактерий. В дальнейшем были найдены бактериофаги, разрушающие самых различных микробов. Оказалось, что и микробы болеют. А раз так, то можно использовать бактериофаги для борьбы с заразными болезнями человека, животных и растений.

Но что такое вирусы? Здесь в науке не было единого мнения.

Установили, что вирусы не дышат, что у них нет самостоятельного обмена веществ. Если поместить на питательную среду каплю вируса и каплю бактериальной культуры, то размножаться будут только бактерии. Вирусы же никогда не размножаются на искусственных средах. Зато, если смочить иглу даже в самом слабом вирусном растворе, то одного укола будет достаточно, чтобы растение или животное заболело. Попав в живые клетки, вирусы быстро размножаются, накапливаются в огромном количестве. Было даже доказано, что вирусы изменяются под влиянием изменяющихся условий жизни и передают свои свойства потомству.

Вирус мозаичной болезни табака, видимый в электронном микроскопе. Для сравнения на рисунке показана тысячная доля миллиметра, один микрон, при том же увеличении.

Поистине неожиданные данные, противоречащие всему, что было ранее известно о микробах.

Ведь если вирусы не дышат, не обладают самостоятельным обменом веществ — значит, их нельзя считать живыми. Но те же вирусы размножаются и даже передают свои свойства потомству, а это уже качества, присущие лишь живым организмам.

В 1935 году американский ученый Вэндель Стэнли выделил из сока табака, пораженного табачной мозаикой, осадок, похожий на нити белого шелка. Болезнетворная сила этого осадка была в пятьсот раз большей, чем у табачного сока. Шелковистый осадок и был вирус — возбудитель болезни. Он кристаллизовался, как простое вещество, и представлял под микроскопом удивительную картину.

Это, казалось, укрепило позицию тех, кто отказывался признать живую природу вирусов. Но вот настало время, когда

наука получила в свои руки новое средство исследования — электронный микроскоп.

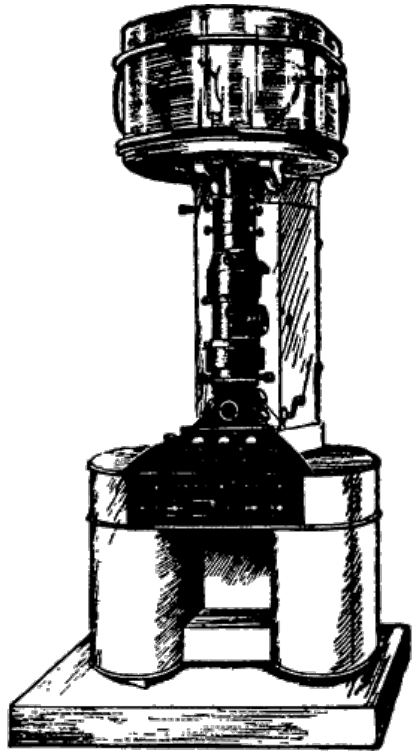
В отличие от обычного микроскопа, электронный микроскоп имеет дело не со световыми лучами, а с потоком мельчайших частиц электричества — электронами. Поток электронов отражается от исследуемого предмета и дает увеличенное изображение этого предмета на экране электронного микроскопа. Лучшие оптические микроскопы дают увеличение в две с половиной тысячи раз, а электронный микроскоп — в двадцать, сто и даже пятьсот тысяч раз.

Благодаря электронному микроскопу удалось заглянуть в мир вирусов. Оказалось, что этот мир обширен и богат формами. Есть вирусы, близкие по своей природе к микробам. Другие, подобно вирусу табачной мозаики, приближаются к неживым веществам. Так наука перешагнула еще одну границу в познании мира.

Было время, когда сырного клеща считали самым мелким существом на Земле. Потом человек заглянул в каплю воды и нашел там существа, которые были в тысячу раз меньше. Но и это не было пределом. Ученые обнаружили и исследовали многообразный мир бактерий. Казалось, что теперь-то достигнута наконец подлинная граница жизни. А электронный микроскоп еще раз отодвинул эту границу, открыл перед исследователями страны невидимок новый, почти необъятный мир.

На бархатно-черном экране электронного микроскопа можно видеть картины, потрясающие воображение. Бактерии здесь выглядят уже не палочками, шариками и запятыми, а настоящими чудовищами с многочисленными щупальцами-жгутиками. Можно увидеть, как на такое мохнатое чудовище нападают фаги — крошечные существа, похожие на головастиков. Они прикрепляются к телу бактерии своими хвостиками, проникают внутрь бактериальной клетки, размножаются там, и бактерия на глазах распадается.

Здесь, возле экрана электронного микроскопа, особенно интересен рассказ ученых о вирусах, их свойствах, распространении в природе, о достижениях науки в борьбе с вредными вирусами и использовании вирусов полезных. Здесь можно узнать…



Универсальный электронный микроскоп этого типа дает увеличение от 6000 до 40 000 раз.

Но нет, мы не будем продолжать рассказ о вирусах. Чтобы поведать о них все, что уже известно науке, пришлось бы написать большую книгу.

Поэтому вернемся к нашим героям — отважным следопытам, выслеживающим в стране невидимок относительно крупную дичь — грибки и бактерии.

Ведь и в этой области еще много неизведанных тайн, не сделанных открытий, неиспользованных возможностей.

Ученые отыскивают, вылавливают и изучают разных микробов, размножают и «воспитывают» их в различных условиях. И свойства микробов от этого изменяются. Современная микробиология — это в известной мере уже «микробоводство».

Лучшие породы-расы полезных для человека микроорганизмов, которые прошли все испытания и дают наилучшие результаты, передаются в промышленность. Они «путешествуют» из конца в конец нашей огромной страны, чтобы «работать» на заводах пищевой, текстильной, кожевенной и химической промышленности.

Армии невидимок специализированы, и управляют ими

десятки специальных научных институтов. Одни занимаются болезнетворными микробами, другие — полезными. Одни руководят работой микробов в сельском хозяйстве, другие — в промышленности. А есть и такие институты, что прокладывают новые пути в науке о вирусах. Все это боевые отряды исследователей страны невидимок. Разными путями они идут к одной цели — как можно лучше и полнее использовать могучие силы, таящиеся в мире микробов. Невидимки, которые казались когда-то такими таинственными и неуловимыми, стали верными слугами человека. Это сегодняшний день нашей промышленности и сельского хозяйства. Но для науки это день вчерашний.

Ученые-микробиологи думают ныне не только над тем, чтобы отыскать, пленить и поставить на службу человеку обитателей страны невидимок. Они ставят перед собой и умеют решать более сложные задачи. Ведь, «воспитывая» микробов, можно изменять их природные свойства, заставить работать лучше, активнее. А помещая живые клетки микробов в особые, непривычные для них условия, используя новейшие средства науки и техники — рентгеновские лучи, радиоактивные вещества, — можно изменять свойства микробов еще сильнее.

В лабораториях научных институтов уже созданы и изучаются такие микробы, каких никогда не было в природе. Пройдет немного времени, и они переселятся на поля, на заводы и фабрики. Это будет завтрашний день нашего сельского хозяйства, химической, пищевой и медицинской промышленности.

Но ведь и наука имеет свой завтрашний день. Давайте же помечтаем об этом дне, о недалеком будущем науки о микробах.

Настанет день, когда будут отысканы антибиотики и вирусы-бактериофаги против всех без исключения болезней, вызываемых бактериями и грибками. Будут найдены пока неизвестные живые враги вирусов. В сочетании с вакцинами и сыворотками они позволят победить все вирусные болезни. Заразные болезни, которые еще уносят ежегодно миллионы человеческих жизней, навсегда уйдут в область предания.

Благодаря антибиотикам и бактериофагам исчезнут опустошительные болезни сельскохозяйственных животных, пушных зверей и рыб.

Вместе с комплексными бактериальными удобрениями, состоящими из различных сообществ микроорганизмов, в почву будут вносить разные антибиотики. Через корни антибиотики проникнут в ткани растений и предупредят их заболевания.

Вирусы, безвредные для человека и животных, но смертельные для насекомых-вредителей, будут сопровождать все полезные для человека растения.

Такие же вирусы станут охранять на складах зерно и другие сельскохозяйственные продукты от вредных микробов, плесени, насекомых и грызунов.

Сколько подземных нефтяных озер уже использовано человеком! Но где-то там, в глубинах земли, еще остается немало нефти, пропитавшей окружающие горные породы. Эту недоступную пока нефть, каждую ее капельку, отыщут бактерии. Они будут жить и работать в старых нефтеносных пластах и превратят остатки нефти в газ, который, подобно газу саратовскому и ставропольскому, пойдет по трубам в города и промышленные центры.

Миллионы лет потребовалось на то, чтобы древний торф превратился в бурый и каменный уголь. Но ведь это тоже работа микробов.

А что, если вывести новые виды микроорганизмов, которые смогут производить такую же работу не в миллионы, а в десятки лет? Они станут работать на необозримых торфяных болотах Сибири и Белоруссии и обогатят торф углеродом, быстро превратят его в разновидность бурого угля.

А в промышленности? Сколько здесь еще не использованных возможностей!

Взять хотя бы дрожжи. Ведь они не только готовят различные ценные продукты. Дрожжи сами по себе ценный продукт питания. В дрожжевых клетках пятьдесят процентов белка и три — четыре процента жира. Много в них и витаминов.

На специальных заводах дрожжи размножают в огромных чанах. Для этого не нужно ни сложного оборудования, ни дорогого сырья. Достаточно получить отходы сахароваренного производства. Если в растворе есть хотя бы немного, всего полтора — два процента, сахара, то это все, что нужно дрожжам. В чан, заполненный чуть сладковатым раствором, добавляют несколько килограммов живых дрожжей и через сутки получают до двадцати тонн молодых дрожжевых клеток.

Быстроту, с какой размножаются и растут дрожжевые клетки, трудно с чем-либо сравнить; они дешевы и очень питательны. А раз так, почему бы не использовать их в качестве высокопитательного и самого дешевого корма для сельскохозяйственных животных?

Даже полноценные пищевые жиры можно получать с помощью дрожжей. Правда, в дрожжевых клетках жира немного, только три — четыре процента, но есть и такие виды дрожжей, которые способны накапливать жир в большом количестве — до шестидесяти процентов собственного веса.

Придет время, когда специальные маслозаводы будут

вырабатывать для парфюмерной и химической промышленности масло с помощью дрожжей. Таких заводов пока нет только потому, что жировые дрожжи очень медленно растут и развиваются лишь на поверхности питательной смеси.

Но этот недостаток жировых дрожжей можно устранить. Ведь и среди жировых дрожжей есть разные породы — расы. Нужно только отыскать такую расу дрожжей, которые способны развиваться быстро, во всей толще питательной смеси. А если окажется, что такой расы вовсе нет в природе, то ее можно вывести. Это по силам нашей науке.

Всякий, кто знает мир невидимок и обладает воображением, может бесконечно долго рассказывать о возможностях использования микробов в промышленности в будущем.

Ученым предстоит еще много поработать в этой области. А границы страны невидимок между тем необъятно раздвинулись. Еще более богатый, еще менее изученный мир вирусов манит исследователей таинственными своими далями.

Когда-то всех микробов считали вредными существами, несущими болезни и смерть. Потом оказалось, что среди них гораздо больше полезных, чем вредных. Так, наверное, будет и с вирусами. Ведь использование полезных вирусов только-только еще начинается.

Перед отважными следопытами, идущими в стране невидимок, открываются всё новые горизонты, таящие замечательные возможности, зовущие к научному подвигу всех, кто умеет мечтать и настойчиво добиваться осуществления своей мечты.

Словарь[1]

Боккаччо Джованни (1313–1375) — знаменитый итальянский писатель эпохи Возрождения. Свою литературную деятельность Боккаччо начал в Неаполе, среди придворных поэтов короля Роберта Анжуйского. Произведение Боккаччо «Декамерон» — первое крупное произведение прозы нового времени. Сто новелл «Декамерона» дают богатую реалистическую картину жизни общества. Последние годы жизни Боккаччо посвятил научной деятельности. Он разыскивал древние

рукописи и писал сочинения на темы истории и мифологии.

Бруно Джордано (1548–1600) — великий итальянский мыслитель, материалист, смелый критик схоластики и борец против церкви. Ф. Энгельс называет имя Д. Бруно среди тех «титанов по силе мысли, страсти и характеру, по многосторонности и учености», которые были вызваны к жизни классовой борьбой против феодализма в эпоху Возрождения. Огромное влияние на формирование мировоззрения Д. Бруно оказало знакомство с открытиями и теорией Н. Коперника. В своих сочинениях в форме диалога Д. Бруно пропагандировал учение Коперника. За это Д. Бруно посадили в тюрьму и через восемь лет в Риме, на площади Цветов, сожгли на костре.

Валлисниери Антонио (1661–1730) — итальянский естествоиспытатель, ботаник.

Ван-Гельмонт Ян Баптист (1577–1644) — голландский естествоиспытатель, занимавшийся химией, физиологией, медициной. В ряде вопросов стоял на позициях алхимии, считая, например, возможным превращение неблагородных металлов в золото при помощи так называемого «философского камня». Ван-Гельмонт признавал самопроизвольное зарождение, утверждал, что в результате смешения пшеничной муки, пыли и старых тряпок могут зародиться мыши.

Варрон Марк Теренций (116–27 до н. э.) — римский писатель и ученый, автор многочисленных трудов в различных областях знаний. Написал трактат «О сельском хозяйстве», в котором утверждал, что при обработке почвы и посеве сельскохозяйственных культур необходимо учитывать особенности почвы и погоды.

Везалий Андрей (1514–1564) — крупнейший анатом эпохи Возрождения, борец за новые идеи в науке. В труде «О строении человеческого тела» Везалий описал свои наблюдения, которые положили начало современной анатомии. Он получил степень доктора хирургии и преподавал анатомию в Падуе (Италия). Из-за преследований церкви Везалий уехал в Мадрид, где стал придворным врачом короля Карла V.

Вильямс Василий Робертович (1863–1939) — выдающийся советский ученый-почвовед, один из основоположников современной агробиологии, академик. С первых же шагов своей

научной деятельности Вильямс поставил перед собой задачу: развивать почвоведение для повышения урожайности сельскохозяйственных растений. Он сделал открытие, что вся физика почвы определяется ее биологией. Вильямс изучал не только физические свойства почвы, но и причины, управляющие различными процессами, которые в ней происходят.

Виноградский Сергей Николаевич (1856–1953) — выдающийся русский микробиолог, основоположник русской школы почвенной микробиологии. Виноградский выяснил участие микроорганизмов в круговороте веществ в природе. Ввел практику избирательной питательной среды, создающей условия для размножения определенного вида микробов. Предложил новые методы изучения почвенной микрофлоры.

Воронин Михаил Степанович (1838–1903) — русский ботаник. Занимался изучением грибных болезней растений. Одним из первых нашел бактерии в клубеньках на корнях бобовых растений. Изучал и низшие водоросли.

Галилей Галилео (1564–1642) — великий итальянский физик, механик и астроном, один из основателей точного естествознания. Имя Галилея связано с первыми наблюдениями в телескоп. Особенно ценны его работы по механике. Галилей впервые выдвинул идею об относительности движения. Кроме того, Галилей был музыкантом, художником, любителем искусств и литературы. После допросов инквизиции Галилей в 1633 году отрекся от учения Коперника. Произведение Галилея «Диалог» объявили запрещенным, а сам Галилей в течение девяти лет оставался узником инквизиции.

Гамалея Николай Федорович (1859–1949) — выдающийся русский ученый-микробиолог. Работал в Одессе вместе с И. И. Мечниковым на организованной ими бактериологической станции. Изучал туберкулез, сибирскую язву, холеру, чуму. Установил, что чума рогатого скота вызывается фильтрующимся вирусом. В 1898 году Гамалея первый в мире открыл особые вещества, вызывающие разрушение бактерий (бактериофаги). Работая в Париже у Луи Пастера, Гамалея изучал прививку против бешенства. В 1918 году в Петербурге Гамалея организовал всеобщую прививку оспы. С 1938 года по 1949 год Н. Ф. Гамалея — профессор кафедры микробиологии 2-го Московского медицинского института.

Гиппократ (ок. 460–377 до н. э.) — выдающийся врач древней Греции, один из основоположников античной медицины, оказавший влияние на развитие медицины в последующие века. Гиппократ много путешествовал и имел большую врачебную практику. Свой опыт он обобщил в сочинениях, составивших «Гиппократовский сборник». Он учил, что распознавать болезни нужно на основании строгих наблюдений за больными и индивидуального подхода к ним, и описал методы лечения многих болезней.

Глинка Константин Дмитриевич (1867–1927) — выдающийся русский почвовед, ученик В. В. Докучаева, академик. Первая работа Глинки была посвящена серым лесным почвам, которые он рассматривал как особый самостоятельный тип почвообразования. Благодаря исследованиям Глинки была составлена первая почвенная карта Азиатской части СССР.

Горянинов Павел Федорович (1796–1865) — русский естествоиспытатель, один из первых эволюционистов, предшественников Ч. Дарвина. Горянинов высказал идею о развитии мира. Ему также принадлежит мысль о том, что органический мир отличается от неорганического клеточным строением и что тела связаны единством происхождения.

Гук Роберт (1635–1703) — английский естествоиспытатель, разносторонний ученый и изобретатель. Построил первый воздушный насос; установил постоянные точки термометра — кипения и таяния; усовершенствовал барометр. Гук высказал идею, что все небесные тела тяготеют друг к другу, дал общую картину движения планет, во многих чертах предвосхитившую небесную механику Ньютона. Кроме того, Гук усовершенствовал микроскоп, наблюдал строение растений, ввел термин «клетка».

Де Бари Антон (1831–1888) — немецкий ученый-ботаник. Работы Де Бари легли в основу современной морфологии грибов. Он проследил полный цикл развития грибов (от споры до споры) и установил, что грибы-паразиты являются причиной болезни высших растений, а не следствием ее, как думали раньше. Де Бари составил большую сводку по истории развития и биологии грибов, лишайников и водорослей.

Деви Гемфри (1778–1829) — выдающийся английский химик и физик.

Демокрит (ок. 460–370 до н. э.) — великий древнегреческий философ-материалист. К. Маркс назвал Демокрита «первым энциклопедическим умом среди греков». Сочинения Демокрита по всем отраслям науки того времени отличались глубиной и доступной формой изложения. Демокриту принадлежит гениальная догадка о существовании микроорганизмов, которые, проникая в тело человека, вызывают различные заболевания. В его труде «О природе человека» содержались основные анатомо-физиологические сведения о строении человеческого тела.

Докучаев Василий Васильевич (1846–1903) — великий русский ученый-естествоиспытатель, основатель научного почвоведения и комплексного исследования природы. Методы Докучаева легли в основу научной географии. Докучаев изучал процессы образования и состав чернозема. Эти исследования заложили основы учения о почве как особом естественно-историческом теле природы. В 1891 году в России была сильная засуха. Докучаев отдавал все свои силы и знания на борьбу с этим народным бедствием. Докучаев считал, что наилучшие результаты для практики могут быть получены при изучении природных явлений в их взаимосвязи. Он наметил основные задачи земледелия и агротехники для различных почв и природных зон. Свое учение о зонах природы Докучаев связывал с практическими вопросами сельского хозяйства.

Дженнер Эдуард (1749–1823) — английский врач, создатель метода предохранения человека от заболевания оспой. В 1798 году опубликовал работу о прививке оспы.

Заболотный Даниил Кириллович (1866–1929) — выдающийся советский микробиолог и эпидемиолог, один из основоположников отечественной эпидемиологии, академик. Работал в Одессе в первой бактериологической станции, основанной И. И. Мечниковым. Изучал холерный вибрион на сусликах. Участвовал в экспедициях по изучению чумы в Индии, Аравии, Китае, Монголии. Доказал роль грызунов в распространении чумы. В 1898 году организовал в Петербургском университете первую в России кафедру бактериологии.

Ивановский Дмитрий Иосифович (1864–1920) — русский ботаник и микробиолог, основоположник современной вирусологии. Изучал физиологию растений и микробиологию. Разработал методы борьбы с мозаичной болезнью табака. Занимался изучением процессов спиртового брожения и влияния

на них кислорода и хлорофилла.

Исаченко Борис Лаврентьевич (1871–1948) — советский микробиолог, академик. Научная деятельность Исаченко охватывает вопросы общей, сельскохозяйственной, технической и геологической микробиологии. Изучая микроорганизмы северных морей, Исаченко показал наличие круговорота элементов в связи с жизнедеятельностью бактерий в арктических морях.

Карпинский Александр Петрович (1846–1936) — крупнейший мировой ученый, выдающийся представитель русской геологической школы. С 1916 года по 1936 год — президент Академии наук. Научная деятельность Карпинского отличалась разносторонностью. Он создал ряд монографий по палеонтологии, составил сводные геологические карты Урала и Европейской части СССР, которые послужили основой практических прогнозов для поисков полезных ископаемых.

Кирхер Афанасий (1601–1680) — немецкий естествоиспытатель. Один из инициаторов первой магнитной съемки в мировом масштабе. Автор ряда работ по физике, математике и лингвистике.

Ковалевский Владимир Онуфриевич (1842–1883) — выдающийся русский ученый, основоположник эволюционной палеонтологии — науки об историческом развитии живой природы в течение всего геологического прошлого Земли.

Комаров Владимир Леонтьевич (1869–1945) — выдающийся русский ученый-ботаник, географ и путешественник; академик, президент Академии наук СССР с 1936 года по 1945 год. Еще будучи студентом Петербургского университета, Комаров изучал труды Дарвина и стал на позиции эволюционного учения. После окончания университета Комаров много путешествовал, исследовал флору Маньчжурии, Китая, Монголии, Камчатки, Якутии и описал результаты наблюдений в своих многочисленных трудах. Большое значение имеет труд В. Л. Комарова «Практический курс анатомии растений». Кроме того, он работал также и в области истории науки — написал ряд книг о К. Линнее, Ж. Ламарке, К. А. Тимирязеве.

Коперник Николай (1473–1543) — великий польский астроном, выдающийся ученый эпохи Возрождения, создатель гелиоцентрической системы мира (то есть системы, центром

которой признавалось Солнце, а не Земля, как считал Птолемей). Коперник являлся одним из «титанов по силе мысли, страсти и характеру, по многосторонности и учености», как писал о нем Ф. Энгельс. Сорок лет Коперник работал для доказательства существования гелиоцентрической системы мира. Труд «Об обращении небесных сфер» прославил имя Коперника. Но, несмотря на революционность научных открытий, Коперник все же еще сохранил представление о конечности Вселенной, якобы ограниченной сферой неподвижных звезд.

Костычев Павел Андреевич (1845–1895) — выдающийся русский ученый, один из основоположников современного почвоведения. Основные работы Костычева посвящены изучению биологических основ почвообразования и способов повышения плодородия почвы.

Костычев Сергей Павлович (1877–1931) — советский физиолог растений, биохимик и микробиолог.

Кох Роберт (1843–1910) — выдающийся немецкий ученый, один из основоположников микробиологии. Работая санитарным врачом в Познани, Кох в примитивной домашней лаборатории начал свои первые исследования по микробиологии. Он старался выявить микробов — возбудителей различных болезней, чтобы найти способы борьбы с ними. Для этого он стремился дать точную характеристику каждого микроба, установить его специфические отличительные признаки. Кох открыл возбудителя туберкулеза, выделил возбудителя холеры.

Кулибин Иван Петрович (1735–1818) — выдающийся русский механик, конструктор и изобретатель. С ранних лет он обнаружил исключительные способности к самостоятельному изготовлению различных механических устройств, особенно часовых механизмов.

Левенгук Антоний (1632–1723) — голландский натуралист-любитель, самоучка. Сделал микроскоп, с помощью которого производил интересные наблюдения.

Линней Карл (1707–1778) — выдающийся шведский естествоиспытатель и натуралист. Получил мировую известность благодаря созданной им систематике растительного и животного мира. В основу классификации растений Линней положил число, величину и расположение тычинок и пестиков цветка. Кроме

ботаники, Линней занимался и врачебной практикой.

Листер Джозеф (1827–1912) — видный английский хирург. Ввел в практику метод обеззараживания ран — антисептику. Ему принадлежат также работы по анатомии и микробиологии (открыл возбудителя молочнокислого брожения).

Мечников Илья Ильич (1845–1916) — выдающийся русский биолог. Занимался вопросами борьбы с возбудителями различных болезней, изучал роль иммунитета. Вместе с Н. Ф. Гамалея организовал в Одессе первую в России бактериологическую станцию для прививок против бешенства. По приглашению Л. Пастера Мечников переехал в Париж и организовал там лабораторию, в которой работал до конца жизни. Идеи Мечникова об использовании одних микробов в борьбе против других получили развитие в современном учении об антибиотиках. В последние годы жизни занимался проблемами старости.

Мильтон Джон (1608–1674) — великий английский поэт к публицист, участник английской буржуазной революции XVII века. Автор поэм «Потерянный рай» (1667) и «Возвращенный рай» (1671).

Минх Григорий Николаевич (1836–1896) — русский эпидемиолог, анатом. Изучал болезнь проказу, для чего ездил в экспедицию в Персию, Среднюю Азию, на Кавказ. Занимался также изучением сыпного и возвратного тифов и чумы; описал возбудителя сибирской язвы.

Нидгэм Джон (1713–1781) — известный английский естествоиспытатель. Написал ряд трудов по естествознанию. В истории науки известен как автор опытов, которые должны были доказать возможность самозарождения микроскопических существ в гниющих растворах.

Омелянский Василий Леонидович (1867–1928) — советский микробиолог, академик. Основные его труды посвящены изучению роли микробов в круговороте веществ (углерода и азота). Омелянский впервые указал на возможность использования бактерий в качестве живого реактива, позволяющего установить наличие в среде тех или иных химических веществ.

Опарин Александр Иванович (р. 1894) — советский биолог, специалист в области биохимии растений, академик. В результате многолетних исследований Опариным и его учениками были разработаны рациональные биохимические основы для технологии производства сахара, хлеба, чая, вина, табака. Разрабатывая теоретические вопросы биологии, Опарин выдвинул теорию возникновения жизни на Земле.

Парацельс Теофраст (1493–1541) — немецкий врач и естествоиспытатель. Был профессором университета и городским врачом в Базеле. Боролся против схоластики и слепого подчинения авторитету древних. Считал, что процессы, происходящие в организме, — химические. Внес много нового в учение о лекарствах, сблизил химию с медициной. Однако взгляды Парацельса в области естествознания и медицины, как и его практическая деятельность, не были свободны от средневековой мистики и религии. Таково, например, его учение об «архее» — высшем духовном принципе, якобы регулирующем жизнедеятельность организма.

Пастер Луи (1822–1895) — выдающийся французский ученый, положивший начало развитию микробиологии как самостоятельной науки. Пастер начал свои исследования в области брожения. Впервые установил, что молочная кислота образуется в результате жизнедеятельности особого микроорганизма (молочнокислой бактерии). Пастер доказал, что микроорганизмы в условиях проводимых им опытов не самозарождаются, а происходят только от микроорганизмов, попавших из воздуха. Опыты с кипячением в закрытом сосуде легли в основу пастеризации продуктов. Кроме того, Пастер изучал возбудителей различных заразных болезней. В 1895 году он обнаружил, что введение ослабленного возбудителя бешенства предохраняет человека и животных от этого заболевания.

Пирогов Николай Иванович (1810–1881) — великий русский хирург и анатом, основоположник военно-полевой хирургии. Его исследования положили начало анатомо-экспериментальному направлению в хирургии. В 1847 году Пирогов впервые применил эфир для наркоза в полевых условиях. В 1854 году принимал участие в обороне Севастополя, организовывал помощь раненым. В своей работе Пирогов сочетал теорию и практику. Труды Пирогова выдвинули русскую хирургию на одно из первых мест в мире.

Плиний Старший Гай Секунд (23–79) — видный римский ученый и писатель. Занимал ряд крупных административных постов в Римской империи. Плинию Старшему принадлежит ряд работ по естествознанию, истории, военному делу, риторике, филологии. Сохранилась «Естественная история» (27 книг) — свод знаний того времени, содержащий сведения по астрономии, физике, географии, зоологии, ботанике, сельскому хозяйству, медицине, истории и другим наукам. Это произведение в средние века было главным источником естественно-исторических знаний. Оно дошло до нашего времени в многочисленных списках. В работе привлечено много произведений различных авторов, но использованы они некритически. Плиний погиб во время извержения Везувия.

Поло Марко (1254–1323) — итальянский путешественник. В 1271 году отправился в Китай. Путь из Венеции в Пекин длился три с половиной года. В Китае Марко Поло прожил семнадцать лет. После возвращения в Венецию участвовал в войне между Генуей и Венецией, попал в плен и в тюрьме продиктовал описание своего путешествия в Китай. Его записи, переведенные на многие европейские языки, сыграли большую роль в развитии географии XIV–XV веков.

Прянишников Дмитрий Николаевич (1865–1948) — выдающийся советский ученый, специалист в области агрохимии, физиологии растений и растениеводства, академик. Основные исследования Прянишникова посвящены вопросам питания растений и применения искусственных удобрений в земледелии. Особенно известны его труды по изучению азотистого питания и обмена азотистых веществ в организме растений.

Реди Франческо (1626–1698) — итальянский врач и естествоиспытатель. Его работы посвящены вопросам зарождения организмов. В своем труде «Опыты о размножении насекомых» Реди приводит экспериментальные доказательства несостоятельности существовавших в то время представлений о самозарождении организмов. Реди изучал также строение различных паразитов — ленточных и круглых червей.

Ру Пьер Поль Эмиль (1853–1933) — французский микробиолог, член Парижской Академии наук, ученик и ближайший сотрудник Л. Пастера. Занимался изучением сибирской язвы, столбняка и бешенства.

Самойлович Данила Самойлович (1744–1805) — русский врач-эпидемиолог. Во время войны с Турцией в 1769–1771 годах служил в действующей армии, боролся там с эпидемией чумы. В разгар эпидемии чумы в Москве (1771) работал в госпиталях. Самойлович доказал, что заражение чумой происходит при непосредственном соприкосновении с больными или их вещами. Описал течение болезни и старался найти возбудителя чумы.

Сервет Мигель (1509–1553) — испанский прогрессивный мыслитель и ученый эпохи Возрождения. Исследовал кровообращение в легких (малый круг). Вопреки распространенному в то время мнению, дал правильное представление о путях движения крови по сосудам малого круга кровообращения. Предположил существование невидимых кровеносных сосудов — капилляров. В книге «Восстановление христианства» Сервет изложил свои философские и естественно-научные взгляды. За это был обвинен в ереси и в Женеве сожжен на костре вместе со своей книгой.

Спалланцани Лаццаро (1729–1799) — выдающийся итальянский натуралист. Опроверг возможность самопроизвольного зарождения микроорганизмов, показав, что в органических настоях, прокипяченных в наглухо запаянных колбах, инфузории не возникают. Спалланцани также принадлежат исследования в области физиологии дыхания, кровообращения и пищеварения. Он изучал состав желудочного сока животных и действие его на различные виды пищи.

Тереховский Мартын Матвеевич (1740–1796) — русский натуралист и врач. Проделал ряд опытов, которые привели его (одновременно с Л. Спалланцани) к отрицанию теории о самопроизвольном зарождении организмов. Тереховский изучал «наливочных анималькулей» и экспериментально установил их живую природу. В Петербургском генеральном госпитале читал лекции по анатомии, ботанике, химии и практической медицине.

Флеминг Александер (1881–1955) — английский бактериолог, профессор Лондонского университета. В 1929 году открыл пенициллин. За свои исследования в 1945 году был удостоен Нобелевской премии.

Шванн Теодор (1810–1882) — выдающийся немецкий биолог и физиолог. Основоположник клеточной теории. В 1836 году открыл пепсин. Исследовал процессы брожения и гниения. Изучая

клеточное строение тканей, пришел к выводу, что растениям и животным «свойствен один и тот же принцип развития», единый закон строения клеток. Создание клеточной теории, по определению Ф. Энгельса, было наряду с законом превращения энергии и эволюционной теорией одним из трех великих открытий естествознания XIX века.

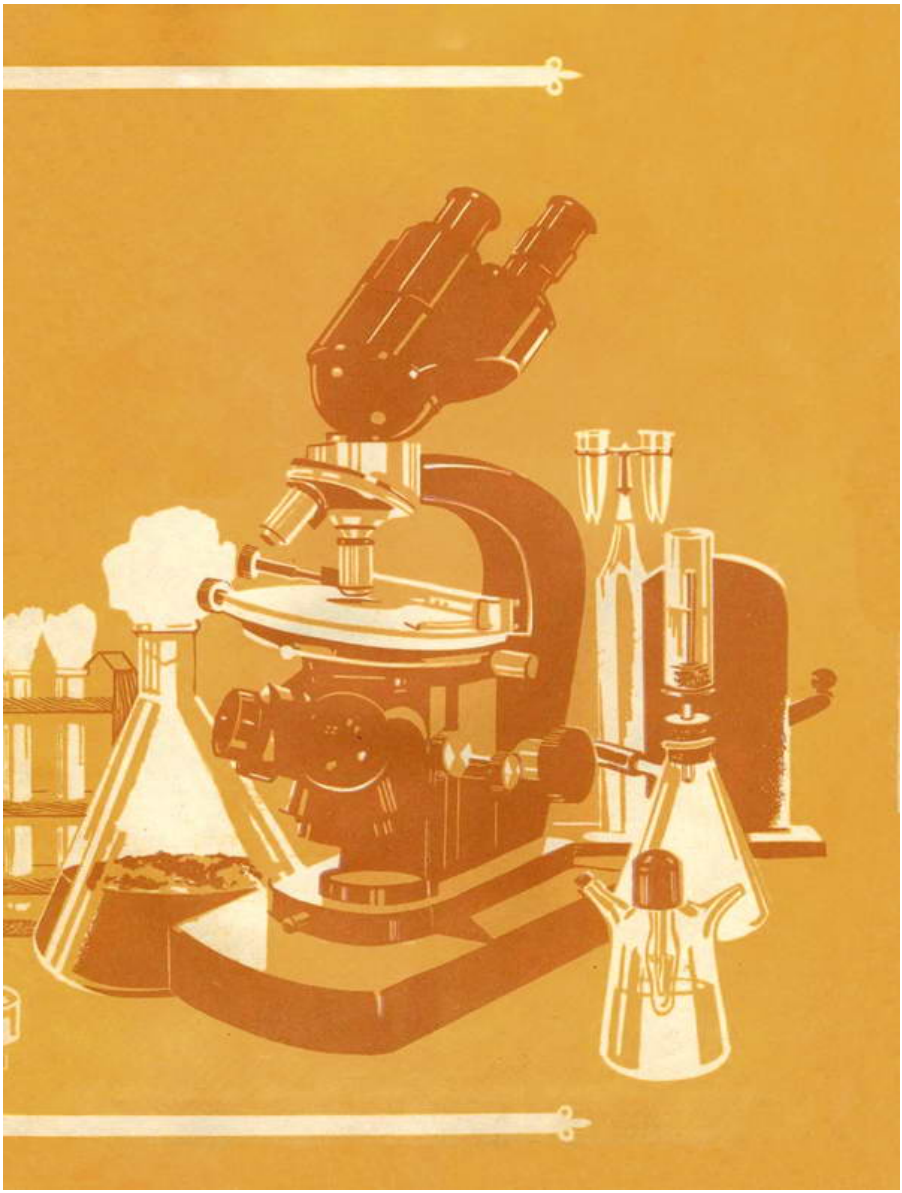
Шлейден Маттиас Якоб (1804–1881) — крупный немецкий ботаник. В 1843 году опубликовал свой труд «Основы научной ботаники», который имел большое значение для превращения ботаники в точную науку.

Эйлер Леонард (1707–1783) — великий математик, механик и физик. Большую часть жизни провел в России, в Петербурге. Круг его занятий был необычайно широк — охватывал все отделы современной ему математики и механики, теории упругости, математическую физику, оптику, теорию машин, баллистику, морскую науку, теорию музыки.

Оглавление

Глава первая. Открытие нового мира
Первые догадки … 3
О чертях и иголке … 11
Тайна «блошиного стекла» … 17
Яхта на рейде … 25
Волшебная дверь … 34
Обитатели хаоса … 41
Глава вторая. Друзья или враги
Одна капля воды … 48
Путешествие продолжается … 59
Неожиданные помощники … 67
Загадка анималькулей, или человек в тыкве … 76
По следам невидимых врагов … 83
Мир расширяется … 101
Глава третья. Первые обитатели
Великаны на иждивении карликов … 112
Мир без микробов … 122
Глава четвертая. Под шапкой-невидимкой
Живой камень и окаменевшие путешественники … 130
Солнечные клады … 142
Жидкое золото … 150

Глава пятая. Скатерть-самобранка
Особое тело природы … 157
С неба на землю … 169
О маленькой буре и большом открытии … 177
Глава шестая. Новые трофеи
Домик со сфинксами … 188
Невидимки в неволе … 197
АМБ … 206
Глава седьмая. Невидимки работают
Верные спутники … 212
Чудеса без чудес … 222
На линии химической обороны … 231
Заманчивые дали … 240



notes

Примечания

1

Составила Э. П. Микоян.